DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 14. Februar 1913. Heft 7.

Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen: Ihre Bedeutung besonders für die Biologie.

Von Prof. Dr. N. Ph. Tendeloo, Leiden.

Ursächliche Forschung bedeutet das Suchen der „Erklärung" einer Erscheinung, das heißt die Zurückführung der Erscheinung zu jenem Naturgesetz, dem allein sie sich unterordnen läßt.

Teleologische Annahmen haben nichts mit Erklärung zu tun. Wie soll die Zukunft das Heute erklären? Und entbehren denn *nicht*-„zweckmäßige" Erscheinungen jeglicher Erklärung? Wir gehen hierauf nicht weiter ein.

Der Mensch, sowohl der gebildeteste wie der Naturmensch, hat die innere feste Überzeugung, daß alles, ohne weiteres, unveränderlich ist. So verstehen wir, daß man bei jeder Veränderung, die zur Beobachtung gelangt, fragt: Was ist ihre Ursache? Diese Frage bedeutet: Welche andere Veränderung hat die beobachtete Veränderung hervorgebracht? Wir sind überzeugt, daß eine Kugel, ein Schiff, ein Zug die einmal erhaltene Geschwindigkeit behalten würden, wenn es keine Widerstände gäbe. Wir sind ebenso fest überzeugt, daß die Form oder Farbe oder Lagerung eines Gegenstandes sich ohne eine gewisse Einwirkung ebensowenig ändern würde wie die Gesinnung eines Menschen einem anderen Menschen oder einer Sache gegenüber. Für jede Veränderung fordern wir eine Ursache.

Was ist es nun, was wir fordern?

Viel ist hierüber gedacht und geschrieben. Einseitigkeit nach verschiedenen Richtungen hin hat zu sehr auseinandergehenden Vorstellungen geführt. Wir stellen uns die Ursache folgenderweise vor und wollen dabei von Beispielen ausgehen.

Man sagt: eine Kugel hat diesen Mann getötet, eine Bakterie, der Tuberkelbazillus, ist die Ursache jener Krankheit, usw. Mißverständnis ist in solchen Fällen zwar häufig, jedoch nicht immer ausgeschlossen. Solche Ausdrücke sind aber in unklaren Fällen zu vermeiden. Wir wissen allerdings sehr wohl, daß eine Kugel nur dann einen Menschen zu töten vermag, wenn sie eine gewisse Bewegungsenergie, $\frac{1}{2} m v^2$ hat. Ebenso hat die Forschung wahrscheinlich gemacht, daß nur solche Bakterien Krankheiten hervorzurufen imstande sind, die den betreffenden Organismus chemisch schädigen. Ohne Bewegungsenergie im ersten, ohne chemisches Arbeitsvermögen (Affinität) zwischen bakteriellem Gift und tierischem Organismus im zweiten Fall tritt Tod bezw. Krankheit nicht ein. Im allgemeinen tritt eine Wirkung eines Gegenstandes auf einen anderen Gegenstand nur dann ein, wenn zwischen beiden Gegenständen eine *energetische Beziehung* besteht. Der Sprachgebrauch trägt dieser Beziehung keine Rechnung.

Was ist nun die Ursache der dabei auftretenden Erscheinung?

Zünden wir mit einem Zündholzflämmchen einen Gasbrenner an und fragen wir, was die Ursache des Brennens des Gases ist, so wird man etwa das Zündholzflämmchen nennen. Diese Antwort wird uns aber bei etwas Nachdenken nicht befriedigen. Wir können ja einen großen Gasbrenner ebenfalls mit einem Zündholzflämmchen anzünden und die große Flamme lange Zeit, sogar Jahre lang, brennen lassen, wenn wir nur für genügende Zufuhr von Gas und Sauerstoff und deren Mischung sorgen. Wir können mittels dieser Gasflamme Wasserdampf machen und damit eine erhebliche mechanische Arbeit leisten. Diese Arbeit können wir aber unmöglich als von dem Zündholzflämmchen geleistet betrachten. Ebensowenig können wir die gewaltige Wirkung der Explosion einer großen Menge Knallgases als die Wirkung eines ganz kleinen Funkens deuten.

Noch ein anderes Beispiel: Durch die Fortnahme eines bestimmten Hemmnisses kann ein einziger Mensch ein Riesenschiff vom Stapel laufen lassen. Das sich bewegende Schiff könnte ein ganz erhebliches Gewicht heben, wozu hundert und mehr kräftige Männer nicht imstande wären.

Was ist nun die Ursache dieser Erscheinungen?

In den beiden ersten Fällen ist die chemische potentielle Energie, die Affinität zwischen Leucht- oder Grubengas und Sauerstoff, in dem zuletzt gewählten Beispiel ist die potentielle Energie zwischen Schiff und Mittelpunkt der Erde als die Ursache zu betrachten. Im allgemeinen müssen wir annehmen, daß die Ursache einer Arbeitsleistung — und dies gilt für jede Erscheinung — eine gewisse Menge Arbeitsvermögen (Energie) ist, die mindestens ebenso groß ist, wie die Energie der beobachteten Wirkung. Unsere Vernunft fordert es, und sie hat es schon vor Jahrhunderten gefordert, als man noch nicht von Arbeitsvermögen redete: causa aequat effectum.

Häufig scheint die ursächliche Energiemenge größer zu sein als die bei der beobachteten Wirkung zutage tretende Energiemenge. In der Tat sind jedoch beide immer gleich. So z. B. kann bekanntlich ein gewisser Teil der Wärme (Entropie) nicht in Arbeit verwandelt werden. Wenn wir dann noch die zur Überwindung von Widerständen verbrauchte Energie mit in Rechnung ziehen — das Überwinden von Widerständen gehört ja auch zur Wirkung —, so ergibt sich, daß der energetische Wert der Wirkung dem der Ursache gleich ist.

Wir betrachten alle Naturerscheinungen, alle Wirkungen von diesem Gesichtspunkte aus: Im Weltall kommt eine gewisse Gesamtmenge Energie vor, die aus vielen Mengen Energie verschiedener Form besteht. Diese Energieformen deutet man wohl als Naturkräfte an: chemische Affinität,

Schwerkraft, Wärme, elektrische Energie usw., kurz, die verschiedenen Formen potentiellen und kinetischen Arbeitsvermögens.

Während nun die Gesamtmenge der Energie als unveränderlich zu betrachten ist (Gesetz der Erhaltung des Arbeitsvermögens, *Robert Mayer, Helmholtz*), ändert sich fortwährend die Verteilung oder die Form der zusammensetzenden kleineren Energiemengen, oder beides. Jede einzelne Energiemenge spaltet sich in kleinere Mengen oder bildet mit anderen Mengen eine größere Menge usw. So tritt auch in obigen Beispielen eine Änderung der Verteilung der Energiemengen ein, wobei sich chemisches Arbeitsvermögen in Wärme, potentielle in kinetische Energie umwandelt, usw.

Jede Änderung der Verteilung der Energie oder (und) ihrer Form nennen wir ursächliche Wirkung. Und umgekehrt besteht jede ursächliche Wirkung in Änderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie. *Ursache* nennen wir die Energie in ihrer ursprünglichen Verteilung und Form, *Wirkung* ist die Energie in ihrer neuen Verteilung und Form.

Hieraus versteht sich, daß Ursache und Wirkung gleich sein *müssen*, weil ja Energie, nach unserer Annahme, unzerstörbar ist und nicht aus nichts entstehen kann. Auch versteht sich ferner, daß im allgemeinen eine energetische Beziehung zwischen zwei oder mehr Gegenständen bestehen muß, soll eine ursächliche Wirkung erfolgen können, wie wir das oben bei den dort angeführten Beispielen bemerkt haben.

Nun wird aber jede Wirkung von gewissen Umständen bedingt, sie ist von der Erfüllung gewisser *Bedingungen* abhängig. Blieben alle Umstände immer gleich, so würden sich auch die Verteilung und Form der Energie nicht ändern. Die Erhitzung eines Teiles des Gasgemisches ist eine für sein Brennen zu erfüllende Bedingung, usw. Jede Veränderung eines Umstandes, also jede Erfüllung einer Bedingung ist an und für sich eine Wirkung, welche eine andere Wirkung oder andere Wirkungen zur Folge hat. Die Anzündung und das Brennen des Zündholzflämmchens sind ebensogut ursächliche Wirkungen wie das Brennen oder die Explosion des Knallgases, die Fortnahme des letzten Hemmnisses ebensogut wie das erfolgende Vom-Stapel-Laufen des Schiffes. Jedesmal können wir aber nur *eine* Wirkung zugleich untersuchen.

Wir kommen jetzt zu folgender Überlegung:

Jede bestimmte Verteilung und Form der Energie wird von einer qualitativ und quantitativ bestimmten *Konstellation*, das heißt Zusammentreffen, von Umständen oder erfüllten Bedingungen beherrscht. Mit einer bestimmten Veränderung dieser Konstellation geht eine ebenso bestimmte Veränderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie einher. Die Mischung bei Zimmertemperatur einer gewissen Menge Leucht- oder Grubengas mit einer dazu geeigneten Menge Sauerstoff genügt noch nicht zum Brennen oder zur Explosion des Knallgases. Es muß dazu wenigstens ein Teil des Gasgemisches, durch ein Flämmchen oder einen Funken, bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt werden. Sobald diese Bedingung aber erfüllt ist, erfolgt die Wirkung. Aus Verschiedenheiten der Mengenverhältnisse und der räumlichen Bedingungen erklärt sich die verschiedene Form, in der die chemische Energie zur Wirkung gelangt: allmähliches Brennen oder Explosion.

Den Bedingungen einer Wirkung begegnen wir unter verschiedenen Formen und Namen auch im lebenden Organismus: manche „äußere Ursachen", die auslösenden Anstöße, Reize verschiedener Art, Motive einer Handlung, katalytische Wirkungen, usw. sind nichts anderes als die letzte für eine bestimmte Wirkung noch zu erfüllende Bedingung. Mit deren Erfüllung tritt die bestimmte Wirkung ein. Ein (beschleunigender) Katalysator wird treffend ein Aktivator eines Vorganges genannt. Es ist bekanntlich jeder Stoff ein Katalysator, der „ohne in den Endprodukten einer chemischen Reaktion zu erscheinen, ihre Geschwindigkeit ändert" *(Wilh. Ostwald)*.

Bei jeder Wirkung haben wir also zu unterscheiden und genau nachzuweisen: die *Wirkung*, die *Ursache* und die *Konstellation* der für die Wirkung zu erfüllenden Bedingungen. Meist nennt man eine Bedingung die Ursache, und zwar die am letzten erfüllte oder die am meisten hervortretende oder eine „zufällig" ins Auge fallende.

Es greifen im Weltall fortwährend die vielfältigsten Wirkungen ineinander, von denen jede Wirkung Bedingung einer anderen Wirkung ist. Nun können wir eine Reihe von Wirkungen betrachten, wie sie sich auseinander entwickeln: das wäre eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der letzten dieser Wirkungen. Mit *Konstellation* der Bedingungen meine ich aber etwas anderes, nämlich das *Zusammentreffen aller* gerade für eine bestimmte Wirkung zu erfüllenden Bedingungen. Diese bestimmte Wirkung tritt dann zugleich ein, in demselben Augenblick. Jeder Konstellation von Bedingungen entsprechen eine bestimmte Verteilung und Form der Energie. Folglich entspricht jeder bestimmten Änderung der Konstellation eine bestimmte Änderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie, das heißt eine bestimmte Wirkung. Jede Wirkung ist genau bestimmt durch die Ursache und die vorliegende Konstellation ihrer Bedingungen, wie z. B. die Dauer und das Arbeitsvermögen der Gasflamme bedingt werden von der Zufuhr von Gas und Sauerstoff, deren Mischung, usw.

Dies ist die Notwendigkeit, die Gesetzmäßigkeit der Wirkung oder das ursächliche Gesetz.

Nun kann der energetische Wert der Ursache in verschiedenen Fällen, die der Wirkungen folglich auch, untereinander gleich, aber die *Form* der Wirkungen ungleich sein. War die Energieform der Ursache in allen Fällen dieselbe, so müssen die Bedingungen andere gewesen sein. Wir ersehen das z. B. an dem allmählichen Brennen der Gasflamme und der Explosion, die sich in Form unterscheiden, weil die Bedingungen andere waren.

Der Nachweis der Wirkung, Ursache und Bedingungen in einer konkreten Erscheinung bedeutet die Erklärung dieser Erscheinung.

Die Unterscheidung und genaue Bestimmung

der Wirkung, Ursache und konstellierenden Bedingungen ist aber häufig eine recht schwierige, ja manchmal eine *zurzeit* unlösliche Aufgabe. Namentlich die Verhältnisse im lebenden Organismus sind meist recht verwickelt, so daß eine genaue Entwirrung der Zukunft überlassen werden muß: Es ist nicht nur unsere qualitative und quantitative Kenntnis der einzelnen Lebensvorgänge eine dürftige, aber außerdem treten oft mehrere Wirkungen zugleich ein, und Wechselwirkungen gehören zur Regel. Solange wir nun noch nicht imstande sind, Ursache und Bedingungen zu unterscheiden, wollen wir beide als (ursächliche) Faktoren andeuten. Sämtliche ursächliche Faktoren stellen dann also die Ursache und die konstellierenden Bedingungen dar. Wir könnten dann somit auch von einer (anderen) Konstellation von Ursache und Bedingungen reden.

Wie können wir nun Ursache und Bedingungen unterscheiden?

Wie sich aus obigem ergibt, muß der energetische Wert von Ursache und Wirkung gleich sein. Die Ursache kann scheinbar einen größeren, sie kann aber nie einen kleineren energetischen Wert als die Wirkung haben. Das Zündholzflämmchen kann nicht die Ursache der gewaltigen, vom Wasserdampf geleisteten Arbeit sein. An dieser energetischen Äquivalenz mit der Wirkung können wir die Ursache erkennen.

Damit sind wir jedoch noch nicht ohne Gefahr der Täuschung. Wir können die Gasflamme so klein machen und so kurz brennen lassen, daß sie genau denselben energetischen Wert hat wie das anzündende Flämmchen. Bei einer einzigen Beobachtung kann dann die Entscheidung, was die Ursache ist, unmöglich sein. Wir können sie aber ermöglichen durch eine ganze Reihe von Beobachtungen untereinander zu vergleichen, wobei die konstellierenden Faktoren quantitativ verschiedene Werte haben. Dann werden wir Ursache und Bedingungen unterscheiden können.

Aus obiger Darstellung folgt, daß wir eine bestimmte Wirkung genau voraussagen können, sobald wir das Zusammentreffen der dazu erforderlichen Ursache und der Konstellation der zu erfüllenden Bedingungen voraussehen; ebenso genau wie der Astronom die Erscheinung eines Himmelskörpers in einem bestimmten Augenblick an einer bestimmten Stelle des Weltalls. Das ist das Ziel jeder Naturforschung, das Künftige voraussagen zu können aus dem Heutigen. Sobald wir das vermögen, können die Worte „wahrscheinlich", „Zufall" und dergleichen gestrichen werden. Dann wird die Voraussage auch für Arzt und Patienten eine andere Bedeutung haben als jetzt.

Was man als *Reiz*, *Motiv* und *Anlaß* anzudeuten pflegt, ist Bedingung einer bestimmten Wirkung. Daß ein Reiz nicht die Ursache einer Erscheinung sein kann, folgt aus seinem geringeren energetischen Wert, wie sich manchmal nachweisen läßt. Wenn man z. B.[1]) den Nerven eines Froschgastrocknemius auf eine starre Unterlage bringt und ein Gewicht von 0,485 g von 10,1 mm Höhe auf den Nerven fallen läßt, so zieht sich der Muskel zusammen und kann dabei ein Gewicht von 48,5 g 3,8 mm hoch heben, das heißt eine Arbeit von $48{,}5 \times 3{,}8 = 184{,}3$ gmm leisten, während die Energie des Reizes nur $0{,}485 \times 10{,}1 = 4{,}9$ gmm beträgt. Hierbei bleibt dann noch die von dem Muskel entwickelte Wärmemenge außer Betracht.

Die Muskelreizung ist nur die Erfüllung der letzten zu erfüllenden Bedingung für seine Zusammenziehung, das heißt für eine Änderung der Verteilung und Form des im Muskel vorhandenen chemischen potentiellen Arbeitsvermögens. Die auf bestimmte Reizung erfolgende Sekretion einer Drüse erklärt sich in ähnlicher Weise.

Bei Reizung tritt nun aber, innerhalb gewisser Grenzen der Reizstärke, ein *Parallelismus* (nicht energetische Äquivalenz) zwischen Reizstärke und Reizwirkung auf, also z. B. zwischen Reizstärke und Zusammenziehungsenergie + Wärmeentwicklung eines Muskels oder besser zwischen Reizenergie und tätiger Muskelenergie. Wie erklärt sich dieser Parallelismus? Wir können ja die Gasmischung im Gasbrenner nicht etwa zehnmal mehr Wasserdampf derselben Temperatur machen lassen, indem wir es mit 10 Zündholzflämmchen anzünden! Dieser Parallelismus ist noch nicht geklärt worden. Er bedeutet — so können wir es mit anderen Worten sagen — daß die Menge der sich umwandelnden potentiellen chemischen Energie im Muskel mit der im Reiz zugeführten Energiemenge proportionell ist. Vielleicht dient diese Reizenergie zur Überwindung eines „Widerstandes". Was für Widerstand wäre das aber? Offenbar ein Widerstand, der durch die sich umwandelnde Muskelenergie nicht oder nicht genügend überwunden wird; demgegenüber erhitzt die einmal brennende Gasmischung das noch nicht brennende Gasgemisch zur Temperatur, die für das Entbrennen erforderlich ist.

Wir können diesen Parallelismus zwischen Reizenergie und tätiger Muskelenergie folgenderweise betrachten: Während wir als Reiz jeden Einfluß bezeichnen, der die Lebensvorgänge eines Organismus oder Organes ändert, deuten wir mit Reizbarkeit die Bereitschaft zu einer bestimmten Änderung der Lebensvorgänge an mit Hinsicht auf einen bestimmten Reiz. Reizbarkeit ist somit die für eine bestimmte Wirkung erforderliche Konstellation von Faktoren, der nur noch die bestimmte Reizwirkung fehlt. Reiz und Reizbarkeit sind untrennbar. Die Frage nach dem Parallelismus von Reizenergie und tätiger Muskelenergie hat also die Reizbarkeit zu berücksichtigen. Hebt die Reizung einen gewissen Widerstand gegen die Wirkung, so würde eine größere oder geringere Reizbarkeit ein Weniger oder Mehr an Widerstand in der Konstellation von Ursache und Bedingungen bedeuten. Dabei können wir annehmen, daß die bestimmte, sehr verwickelte Konstellation von Bedingungen nur einem bestimmten widerstandhebenden Einfluß, das heißt, einem bestimmten adäquaten Reiz, zugänglich ist.

Was hier für Muskel- und Drüsenreizung gesagt

[1]) Vgl. *Tigerstedt*, Lehrbuch der Physiologie. Leipzig 1905. I, S. 59.

ist, gilt auch für das *Motiv*, das ja einen seelischen Reiz, also die letzte zu erfüllende Bedingung einer seelischen Wirkung darstellt. Die Natur der seelischen Wirkung selbst kennen wir nicht. Seelische Wirkungen geben sich uns in Bewegung oder Bewegungshemmung, also Muskelwirkung, Sekretion, in Änderungen des Stoffwechsels, kund. Jede seelische Wirkung verhält sich zur Muskel- oder Drüsenwirkung als ein Reiz. Wir meinen wenigstens, dies annehmen zu müssen. Die Sache wird hier also recht verwickelt.

Ein kleines Ereignis kann als Motiv, aber nur scheinbar, eine große Wirkung haben, die es in der Tat nur „auslöst", wie ein Reiz überhaupt das tut. Es kann entweder sofort eine gewisse Menge „seelischen" Arbeitsvermögens[1]) verwandeln in Muskelreize und diese können wiederum Bewegungen veranlassen. Oder es kann auch ein Motiv die Verteilung oder (und) die Form des seelischen potentiellen Arbeitsvermögens ändern, ohne daß sofort Bewegungen erfolgen.

Ein Beispiel der ersten Möglichkeit: Ein Hirsch im Walde rennt davon und bleibt einige Zeit rennen, wenn er den Tritt des Jägers zu hören meint. Das Arbeitsvermögen der Luftschwingungen, die sein Ohr getroffen haben, wäre nicht entfernt imstande, die von seinen Muskeln beim Rennen geleistete Arbeit zu leisten. Das vernommene Geräusch wird aber zum Motiv, das die Angst (bestimmtes potentielles Arbeitsvermögen) des Tieres in irgendeiner Weise in Muskelreize verwandelt. Es kann in Fällen dieser Art überhaupt durch Vergleichung untereinander ein Parallelismus zwischen Motivstärke (Reizstärke) und Größe der vom Körper geleisteten Arbeit mehr oder weniger klar zutage treten. Versuche sind dafür angewiesen.

Beispiele der zweiten Möglichkeit: Ein heftiger langjähriger Krieg kann zwischen zwei Völkern entbrennen durch einen geringen Anstoß (Motiv). Die Ursache des Krieges ist dann nicht das Ereignis, sondern eine gewisse feindliche Gesinnung. Rassenhaß, imperialistischer Drang usw. kann den Seelen ein feindliches potentielles Arbeitsvermögen erteilt haben; oder dieses hat sich allmählich, durch Anhäufung, durch Summation vieler Motivwirkungen, entwickelt.

Ein Künstler, der sich durch eine kleine Beobachtung begeistern läßt, ist imstande, ein Kunstwerk zu erzeugen. Dieses Kunstwerk ist aber nicht das Erzeugnis jener Eingebung — diese stellt nur das Motiv dar — sondern eines schöpferisch-künstlerischen Arbeitsvermögens. Und dieses Arbeitsvermögen hat sich allmählich aus einer gewissen Anlage durch Übung und viele Motive als Aktivatoren herausgebildet. So trat seelische Assimilation und Wachstum, Aufspeicherung des Arbeitsvermögens ein. Ein Motiv kann dann wie ein Funke eine explosive oder allmähliche Änderung der Verteilung oder (und) Form des Arbeitsvermögens bewerkstelligen. Beim Forscher, der eine Entdeckung macht oder eine andere wissenschaftliche Arbeit leistet, ist es nicht anders.

Manche Irren, gewisse Paranoiker z. B., haben eine abnorme Konstellation seelischer Faktoren, so daß geringe bestimmte Motive eine ganz unerwartete Entladung ihres seelischen Arbeitsvermögens in der Form von Ohrfeigen und anderen aggressiven Handlungen hervorzurufen vermögen. Was für einen solchen Paranoiker ausreichendes Motiv ist, ist es nicht für den Menschen mit normaler seelischer Konstellation.

Es kann in einem Streit von Motiven der Wille eingreifen als ursächlicher Faktor. Inwiefern er „frei" ist, bleibe hier dahingestellt. Nur sei hierzu noch bemerkt, daß unsere Auffassung eine Strafe keineswegs als unnütz ausschließt. Im Gegenteil, sie fordert sie. Denn eine Strafe oder Furcht vor Strafe kann, ebenso wie eine Belehrung oder gelegentlich ein sanftes Wort, als konstellierender Faktor Bedeutung, sogar große Bedeutung gewinnen.

Im allgemeinen kann bei der ursächlichen Wirkung latentes potentielles Arbeitsvermögen kinetisch manifest werden. Es kann sich aber auch manifeste Energie in latente verwandeln. Dies tritt z. B. ein, wenn man ein Gewicht bis zu einer gewissen Höhe hebt und dann daselbst verbleiben läßt. Solche Erscheinungen treten auch im lebenden Organismus auf, wenn eine gewisse „Hemmung" stattfindet. Es kann so eine gewisse „Spannung" der Seele entstehen, das heißt eine mehr oder weniger latente Form potentiellen Arbeitsvermögens. Bei der Assimilation trifft das auch zu.

Es ist hier ein unabsehbares Gebiet zu erforschen. Jede ursächliche Wirkung, jede Erfüllung einer Bedingung ist eine der unzählbaren, untereinander zusammenhängenden Wirkungen des Weltalls. —

[1]) Wir können uns seelisches Arbeitsvermögen nur gebunden an eine stoffliche Unterlage, an das Hirn, das Seelenorgan, und von dessen Zustand abhängig denken.

Über die Chemie der Pilze und ihren Nährwert.

Von Dr. C. Reuter, Dipl.-Chemiker.

Während in ernährungsphysiologischer Hinsicht über die Pilze bereits ein großes experimentelles Material vorliegt, sind unsere Kenntnisse über ihre chemische Zusammensetzung weniger vollständig. Es liegt dies einerseits an der großen Zahl der zu untersuchenden Pilzarten, andererseits an dem geringen Gehalt des Materials an manchen Substanzen, z. B. den Giftstoffen und an der Schwierigkeit der Reindarstellung dieser Körper.

In ihrer chemischen Zusammensetzung nähern sich die Pilze in auffallender Weise dem Tierreich und unterscheiden sich durchaus von den übrigen Pflanzen schon durch das Fehlen der Cellulose. Dafür enthalten sie das Chitin, welches sich in den Schalen der Krebse und in den Flügeln der Maikäfer findet. Auch das pflanzliche Chlorophyll geht ihnen völlig ab und dementsprechend auch die Stärke. Hingegen enthalten sie in reichlicher Menge eine Substanz, die sich sonst nur im tierischen Organismus vorfindet, das Glykogen, und das bei

den Pilzen als Aufspeicherungsform für den Zucker dieselbe Rolle zu spielen scheint, wie das Glykogen in der tierischen Leber. Auch der Rohrzucker, der sonst im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist, scheint bei den Pilzen nicht vorzukommen. Sie enthalten ein anderes Disaccharid, die Trehalose. Ein Zuckeralkohol, der Mannit, ist bei den Pilzen sehr verbreitet, und in einem Falle wurde ein Heptit, der Volemit gefunden, dessen Vorkommen sich bis jetzt auf den Lactarius volemus, worin er entdeckt wurde, zu beschränken scheint. Ein spezifisches Stoffwechselendprodukt des tierischen Organismus, der Harnstoff, wurde in einigen Pilzarten unzweifelhaft nachgewiesen. Desgleichen wurden Substanzen aufgefunden, die zur Klasse der Zerebroside zu rechnen sind, stickstoffhaltige Körper noch unbekannter Konstitution, die bisher nur im Hirn und in der Nervensubstanz gefunden wurden.

Die angeführten Tatsachen stehen natürlich im engsten Zusammenhang mit der heterotrophen Lebensweise der Pilze, die ebenso wie die Tiere ihre Nahrung in fertig gebildetem Zustande aufnehmen.

Um ein allgemeines Bild von der chemischen Zusammensetzung der Pilze zu gewinnen, wollen wir einen der am eingehendsten untersuchten Hutpilze, den eßbaren Stein- oder Herrenpilz, Boletus edulis Bull. herausgreifen.

In frischem Zustande enthält er wie die meisten Hutpilze etwa 90 % Wasser. Durch Trocknen an der Sonne erhält man ein Material, welches ungefähr wie folgt zusammengesetzt ist[1]):

Feuchtigkeit		10%
Ätherextrakt		4%
	Davon:	
	Fett	3,2%
	Cholesterin	0,5%
	Lecithin	—[2])
Alkoholextrakt		12%
	Davon:	
	Trehalose	3%[3])
	Lecithin, Basen, Aminosäuren, Purinkörper, usw.	9%
Wasserextrakt		28%
	Davon:	
	Glykogen	5%
	Zucker, Basen, Aminosäuren, Purinkörper, Asche, usw.	23%
Rückstand		46%
	Davon:	
	Eiweiß	30%
	Amorphes Kohlenhydrat	10%
	Chitin	6%

Aus dieser Zusammenstellung ist zunächst ersichtlich, daß das Eiweiß ein Drittel der Trockensubstanz ausmacht. Über die Natur des Pilzeiweißes wissen wir noch nichts Bestimmtes. Während die frischen Pilze eine gewisse Menge eines in Wasser löslichen, beim Kochen koagulierbaren Eiweißkörpers enthalten, ist dies nach dem Trocknen der Pilze nicht mehr der Fall. Es scheint also das Eiweiß hierbei koaguliert zu werden, doch kann es jetzt durch künstliche Verdauung mit Trypsinferment restlos gelöst werden. Auch mit verdünnten Laugen geht es in Lösung. Für die wahrscheinliche Annahme, daß es sich um ein Nukleoproteid handelt, ist der Beweis durch Darstellung der bei der Spaltung entstehenden Purinbasen noch nicht erbracht worden. Bis jetzt sind nur die gewöhnlichen Mono- und Diaminosäuren, die bei der Eiweißhydrolyse entstehen, isoliert worden.

Von dem amorphen Kohlenhydrat, das in stärkeren Laugen löslich ist, weiß man, daß bei der Hydrolyse Traubenzucker entsteht, und also ein Dextran aus der Reihe der Hemicellulosen vorliegt.

Der Nachweis des Chitins in den Pilzen ließ ziemlich lange auf sich warten, da die meisten Forscher von der vorgefaßten Meinung ausgingen, daß die Pilze, wie alle anderen Pflanzen, Cellulose enthalten müßten, und daher annahmen, daß der Stickstoffgehalt der Cellulosepräparate auf einer schwer zu entfernenden Verunreinigung beruhe. Allerdings konnte man sich nicht erklären, weshalb die Pilzcellulose im Gegensatz zur Cellulose aus anderen Pflanzen sich mit Jod-Schwefelsäure nicht blau färben ließ und in Kupferoxydammoniak unlöslich war. *Winterstein* fand nun, daß bei der Hydrolyse dieser Präparate Glukosamin und Essigsäure entstehen, und durch seine Arbeiten, sowie durch die von *Gilson* wissen wir, daß die Zellmembran der Pilze Chitin enthält. Das Vorkommen von Cellulose konnte bisher nur für 2 Arten durch mikrochemische Reaktionen wahrscheinlich gemacht werden. Das Chitin, ein polymeres Acetylglucosamin, muß somit als der Hauptbestandteil der Zellmembran im Pilzreiche betrachtet werden.

Der Ätherextrakt enthält außer dem Fett Cholesterin und einen Teil des Lecithins, dessen Rest sich im Alkoholextrakt vorfindet. Die Menge des Gesamtlecithins ist mit 1,94 % eine relativ hohe, eine viel höhere z. B. als in den Samen der Leguminosen und Cerealien.

Die Trehalose, welche sich hauptsächlich im alkoholischen Extrakt vorfindet, ist ein Disaccharid wie der Rohrzucker und besitzt auch dessen süßen Geschmack. Sie wurde entdeckt in der Trehala Manna, einem Sekret von Rüsselkäfern, womit diese ihre Cocons auf gewissen Echinopsarten überziehen. Bei der Inversion liefert die Trehalose 2 Moleküle d-Glukose. Ein Ferment, welches bei den Pilzen ziemlich allgemein verbreitet ist, die Trehalase, vermag die Trehalose zu spalten, und zwar bildet daraus die Lebenstätigkeit der Pilze in einer chemisch nicht aufgeklärten Reaktion den Zuckeralkohol Mannit. So kommt es, daß die meisten Pilze nach dem Trocknen keine Trehalose mehr enthalten, dafür aber entsprechend mehr Mannit. Durch Chloroform wird diese Fermentwirkung aufgehoben. Eine Ausnahme in der Mannitbildung

[1]) *C. Reuter*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 78, S. 244. — *Winterstein* u. *Reuter*, Bakteriolog. Centralbl. II, Bd. 34, S. 572.

[2]) Die Menge des Lecithins im Äther- und Alkoholextrakt zusammen beträgt 1,94 %.

[3]) Diese Zahl gilt für die direkt auskristallisierende Menge. Die Gesamtmenge beträgt jedenfalls über 7 %.

wurde bisher nur bei Boletus edulis und Pholiota adiposa konstatiert.

An Basen enthält der Alkoholextrakt des Steinpilzes hauptsächlich einen Körper, der in einem Champignonpräparat „Hercynia" aufgefunden wurde, und den wir nach den bisherigen Untersuchungen als ein Trimethylhistidin ansehen müssen. Außerdem fanden sich von Purinkörpern hauptsächlich Adenin, neben Guanin und Hypoxanthin, weiter Cholin. Bei den Giftpilzen findet man neben dem Cholin noch andere Basen, und besonders machte das „Muskarin", die giftige Base des Fliegenpilzes, den Chemikern viel zu schaffen. Leider sind alle chemischen Arbeiten über das Pilzmuskarin älteren Datums, und es ist noch nicht gelungen, seine Konstitution mit Sicherheit festzulegen. Man hält es für den dem Cholin entsprechenden Aldehyd, doch waren alle bisher auf verschiedenen Wegen hergestellten synthetischen Präparate in ihrer physiologischen Wirkung sowohl vom Pilzmuskarin als auch unter sich verschieden. Es ist sehr wohl möglich, daß das Pilzmuskarin überhaupt kein chemisch einheitlicher Körper ist.

Von freien Aminosäuren enthält der Steinpilz Leucin, Phenylalanin und hauptsächlich racemisches Alanin.

Der Wasserextrakt enthält außer peptonartigen Körpern die gleichen Aminosäuren und Basen mit Ausnahme des Cholins, nur in geringerer Menge. Es findet sich weiter Putrescin (Tetramethylendiamin), daneben Guanidin. Von flüchtigen Basen wurden Ammoniak und Trimethylamin nachgewiesen. Das Glykogen, das, wie bereits erwähnt, sonst nur noch im Tierreich vorkommt, bildet einen Hauptbestandteil des Wasserextraktes, woraus es durch Alkoholzusatz gefällt werden kann. Allerdings ist es dann noch unrein, da es einen eigentümlichen stickstoffhaltigen Körper mitreißt, dessen Natur noch nicht aufgeklärt ist, und der bei der Hydrolyse Purinbasen liefert.

An dieser Stelle müssen auch die Enzyme und Fermente erwähnt werden, welche gerade bei den Pilzen und speziell bei der Hefe so wichtig geworden sind. Nach ihrer Wirkung sind solche bekannt, die Eiweiß, Fett, Glykogen, Trehalose, Lecithin spalten. Bei manchen Arten müssen cellulose- und chitinlösende Enzyme vorhanden sein. Auch wurde konstatiert, daß unter Umständen aus carboxylhaltigen Verbindungen Kohlensäure abgespalten wird. Hier spielt auch bekanntermeise der Nährboden eine große Rolle, indem manche Fermente erst auftreten, wenn man den Pilz auf einem Substrat züchtet, das ihn zwingt, einen sonst für seine Ernährung wenig tauglichen Körper auszunutzen. Andererseits verschwinden manche Fermente, wenn man die Pilze direkt in bequemer Weise mit der nötigen Nahrung versorgt, so daß sie nicht mehr gezwungen sind, dieselbe für ihren Bedarf umzuformen: „La fonction crée l'organe".

Was über die chemische Zusammensetzung des Steinpilzes gesagt wurde, trifft auch in gewissen Grenzen für die anderen Pilze zu. Doch sind die quantitativen Verhältnisse sehr verschieden. Der Gehalt an Chitin und an amorphen Kohlenhydraten kann bedeutend höher sein und der Gehalt an Eiweiß wiederum entsprechend vermindert. Auch kann bei gewissen Pilzen der Mannit die Trehalose vertreten usw. Das Alter sowie der Fundort sind ebenfalls von großer Bedeutung für die chemische Zusammensetzung innerhalb derselben Pilzart. So variieren die Angaben in der Literatur für den einzelnen Pilz oft viel mehr als für Pilze verschiedener Species.

Über den Nährwert der Pilze herrschen die verschiedensten Ansichten. Der hohe Stickstoffgehalt veranlaßte die älteren Nahrungsmittelchemiker, ihren Nährwert sehr hoch zu veranschlagen, und man hat sie sogar als Ersatz für die Fleischkost empfohlen. Sowie man aber begann, Verdauungs- und Ausnützungsversuche anzustellen, schlug die hohe Meinung vom Nährwert der Pilze in das Gegenteil um. Es wurde nämlich gefunden, daß ein gewisser Teil des Stickstoffs den Körper unverdaut verläßt, und man nahm an, daß das Pilzeiweiß teilweise unverdaulich ist. Diese Auffassung mag zum Teil davon herrühren, daß man das damals noch unbekannte Vorkommen von Chitin unberücksichtigt ließ. Das Chitin, welches nämlich über 6 % Stickstoff enthält, ist völlig unverdaulich, und sein Stickstoffgehalt wurde demnach als unverdaulicher Proteinstickstoff in Rechnung gebracht.

Was die Verdaulichkeit der Eiweißkörper selbst angeht, so ist nach unseren Versuchen mit Steinpilz kein Zweifel mehr möglich. Bei der künstlichen Pepsinverdauung gehen 76 % des Pilzeiweißes in Lösung, und durch Trypsin wird es restlos verdaut. Auch dem Gemisch von Eiweißabbauprodukten, wie es in den Pilzen in wasserlöslicher Form vorliegt, ist ein gewisser Nährwert nicht abzusprechen. Der Lecithingehalt ist sicher von Bedeutung. Weiterhin bleibt der hohe Gehalt an Trehalose und an Glykogen (bis 20 %) zu berücksichtigen. Auch diese Kohlenhydrate sind für die Frage nach dem Nährwert von Bedeutung. Schließlich darf man nicht übersehen, daß wohl noch andere Körper in kleiner Menge zugegen sind, welche appetitanregend wirken, und diese stimulierenden Eigenschaften der Pilzextrakte werden bereits am Krankenbett nutzbar gemacht.

Es ist wohl zu beachten, daß durch Abkochen der Pilze und Wegschütten des Dekoktes der Nährwert eine große Einbuße erleidet, weil nach dieser Behandlung kaum mehr übrig bleibt, als der in der Tabelle als Rückstand bezeichnete Anteil. Im allgemeinen besitzen die Pilze anderen Gemüsen gegenüber einen relativ hohen Nährwert, wenigstens bei rationeller Zubereitung.

Die überaus häufigen Pilzvergiftungen sind einerseits auf den Genuß direkt giftiger Pilzarten zurückzuführen, andererseits, und vielleicht viel häufiger gelangen eßbare Sorten, die aber bereits in Zersetzung begriffen sind, zum Genuß. Man nimmt nicht genug Rücksicht darauf, daß die raschlebigen Pilze, selbst wenn sie in frischem Zustande bekömmlich sind, schon nach kurzem Aufbewahren verderben können. Für ihre äußerst intensive Lebenstätigkeit sind sie mit einem ganzen Arsenal von Enzymen und Fermenten ausgerüstet, welche

imstande sind, das Eiweiß aufzuspalten und die hierbei auftretenden Produkte sekundär weiter zu verändern. Es ist also jedenfalls vom Genusse nicht ganz frischer Pilze entschieden abzuraten. Kennen wir doch bereits eine ganze Reihe giftiger Basen, die sich durch Kohlensäureabspaltung von primären Eiweißspaltungsprodukten ableiten, und die zum Teil bereits im Mutterkorn nachgewiesen wurden. Dieser Pilz macht ja beim langsamen Trocknen eine Art Autolyse durch, so daß wir darin diese sekundär entstandenen giftigen Basen finden: p-Oxyphenyläthylamin und β-Imidazolyläthylamin. Desgleichen wurde bei der Autolyse von Steinpilz beobachtet, daß die Pilzfermente Kohlensäureabspaltungen bewirken, und daß z. B. in großer Menge Isoamylamin auftritt, eine Base, die offenbar aus dem Leucin in der angegebenen Weise entstanden ist. Auch p-Oxyphenyläthylamin, das sich ähnlich vom Tyrosin ableitet, wurde daneben nachgewiesen.

Über die chemische Natur der Giftstoffe in den anerkannt giftigen Pilzen sind wir noch nicht im klaren. Der Fliegenpilz enthält nach *Harmsen* nicht nur das „Muskarin", sondern auch noch ein durch Kochen zerstörbares Toxin, das im Gegensatz zum Muskarin in Alkohol unlöslich ist und sich auch in seiner Giftwirkung scharf unterscheidet. Auch bei anderen Giftpilzen will man das Fliegenpilzmuskarin gefunden haben, so in Amanita pantherina (Pantherschwamm) und Boletus luridus (Hexenpilz). Doch werden neuerdings beide Pilze als eßbar hingestellt.

Überhaupt ist uns die Konstitution keines einzigen Pilzgiftes mit Sicherheit bekannt. Von dem Muskarin ging schon die Rede. Die Gifte des Knollenblätterschwamms sind chemisch auch erst wenig erforscht. Von dem einen weiß man, daß es eine stickstoffhaltige, glykosidartige Verbindung ist (Phallin oder Amanitahämolysin). Die Konstitution der Mutterkornalkaloide, Ergotinin usw., ist immer noch nicht aufgeklärt.

Die verschiedenen Angaben über die Giftigkeit einiger Pilze sind in manchen Fällen vielleicht auf die verschiedene Art der Zubereitung zurückzuführen. Gewisse Pilze, wie Amanita mappa, verlieren ihre Giftigkeit beim Trocknen, und man kann sich vorstellen, daß es sich hierbei um eiweißähnliche Toxine handelt, die beim Eintrocknen verändert werden und durch eine Art von Koagulierung ihre Wirksamkeit verlieren, oder daß es Fermente sind, welche die giftige Substanz in tiefgreifender Weise verändern. In anderen Fällen, bei der Lorchel z. B., kann man die Pilze durch Abkochen mit Wasser entgiften, wobei das Gift in die Brühe gehen soll. Auch der Satanspilz und der Fliegenschwamm sollen sich auf diese Art entgiften lassen. Nach den bereits erwähnten toxikologischen Untersuchungen von *Harmsen* über den Fliegenpilz könnte in diesem Falle das Verfahren sehr wohl zutreffen. Durch das Kochen würde nämlich das Toxin, welches nach *Harmsen* hitzeempfindlich ist, zerstört werden, und der zweite Giftstoff, das „Muskarin", ist in Wasser jedenfalls spielend löslich. Der Knollenblätterschwamm (Amanita phalloides) läßt sich in keiner Weise, weder durch Trocknen noch durch Abkochen entgiftet, indem nach *Radais* und *Sartory* die giftige Substanz in hohem Maße von den Pilzgeweben festgehalten wird. Bei einigen Pilzen soll der Giftstoff in der Oberhaut des Hutes lokalisiert sein.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Giftigkeit auf chemisch sehr verschiedenartige Substanzen zurückzuführen ist, und daß auch wärmeempfindliche Toxine eine Rolle spielen können. Solange noch nicht die Natur der Giftsubstanz eines Pilzes auf toxikologischem Wege einwandfrei festgelegt ist, so lange wird man auch nicht gut zur Isolierung und chemischen Erforschung der Pilzgifte schreiten können, da sonst der Untersucher Gefahr läuft, durch Trocknen, Auskochen mit Alkohol und ähnliche Operationen den Giftstoff zu zerstören.

Im allgemeinen sind also unsere Kenntisse über die Giftstoffe der Pilze recht dürftige, und es ist sehr nötig, daß durch systematische toxikologische Untersuchungen wenigstens für die praktischen Bedürfnisse Klarheit geschaffen wird.

Die graphische Darstellung.

Von Prof. Felix Auerbach, Jena.

(Schluß.)

Bisher wurde der Darstellung immer ein rechtwinkliges Achsensystem zugrunde gelegt, wie das auch in den meisten Fällen gegeben ist. Aber es gibt auch zahlreiche Fälle, in denen eine andere Darstellung viel mehr zu sehen gibt oder das Darzustellende viel einfacher und charakteristischer zusammenfaßt. Das ist namentlich der Fall, wenn es sich um Größen handelt, die man in der modernen Wissenschaft als *Vektoren* bezeichnet, im Gegensatz zu Skalaren; Größen, die außer einem Zahlenwert auch eine Richtung im Raume haben, und deren Zahlenwert eben eine Funktion dieser Richtung ist. Dann erhält man ein sprechendes Bild des Phänomens, wenn man die Größe um einen Zentralpunkt herum durch Strahlen darstellt, deren Länge eben dem, jener Richtung zukommenden Zahlenwert in irgendeinem Übereinkunftsmaßstabe entspricht. Man nennt dies eine *polare Darstellung* oder eine *Rosette*. So gibt Fig. 14 ein Bild von der Häufigkeit des Vorkommens verschieden gerichteter *Winde* in einer deutschen Stadt: Südwest am häufigsten (an 92 Tagen), reiner Ost am seltensten (an 24 Tagen), und die Unterschiede sind, wie der Vergleich mit dem hineingezeichneten Kreise zeigt, sehr beträchtlich. Immerhin findet hier ein einheitlicher Verlauf der Kurve statt. In anderen Fällen aber bringt es die besondere Natur des Falles mit sich, daß die Rosette eine ganz andere Gestalt annimmt. So stellt, um auch einmal ein Beispiel aus der technischen Praxis herauszugreifen, Fig. 15 mit ihren drei Kurven die *Helligkeit* dar, die eine *Bogenlampe* nach den verschiedenen Richtungen eines Vertikalschnittes aussendet, je nachdem sie offen brennt oder von klarem oder endlich von Milchglas umgeben ist; wie man sieht, macht sich hier der Einfluß der einander in gerader Linie gegenüberstehenden Kohlestifte stark

geltend, und ferner bewirkt das Milchglas eine Ausgleichung der Gegensätze, es wird jetzt weniger nach den Seiten, aber dafür mehr nach unten gestrahlt. Schon aus diesem Beispiel ersieht man, daß man auf diese Weise immer nur einen Schnitt (hier einen Vertikalschnitt, der aber in diesem Falle am wichtigsten ist) durch die Erscheinung geben kann. Noch deutlicher wird das an einem anderen Beispiel: der *Elastizität der Kristalle*, die

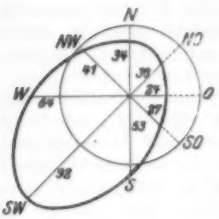

Fig. 14.

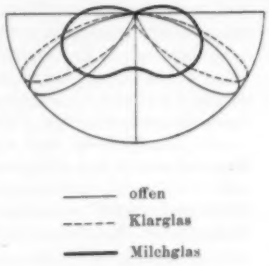

Fig. 15.

dargestellt; für ein in vertikalem Kreise rotierendes Pendel dagegen, das sich im obersten Punkte ganz langsam, im untersten am schnellsten bewegt, Fig. 17 c, ist der Hodograph durch Fig. 17 d dargestellt.

Mit dem hier Angegebenen ist nun der Reichtum der Darstellungsmöglichkeiten noch lange nicht erschöpft; es ergibt sich in bestimmten Fällen immer wieder die Möglichkeit neuer Hilfsmittel. Es muß genügen, hier ein einziges Beispiel dafür anzuführen, nämlich die Ladungsdichte an den verschiedenen Stellen der Oberfläche eines leitenden Ellipsoids, das auf irgendeine Weise elektrisiert und dann sich selbst überlassen worden ist. Die Ladung häuft

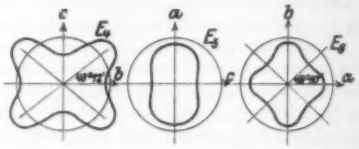

Fig. 16.

in jedem Schnitt und innerhalb dieses wiederum in jeder Richtung einen anderen Wert hat. Man muß sich also, wenn man mit Kurven überhaupt auskommen will, darauf beschränken, in einigen typischen Schnitten, den sog. Hauptschnitten, die polare Kurve zu zeichnen. Für Baryt z. B. erhält man auf diese Weise das Bild der Fig. 16, der Dehnungsmodul ist hier, wie man sieht, in den verschiedenen Richtungen sehr verschieden und befolgt verschiedene Gesetze.

Eine interessante und überaus reiche Ausgestaltung hat das Verfahren der polaren Darstellung in der Mechanik erfahren in Gestalt des sog. *Hodographen* zur Charakterisierung der Bewegung eines Punktes. Man wählt einen beliebigen Zentralpunkt und zieht von diesem eine Linie in der Richtung der momentanen Bewegung des Punktes und von einer seiner momentanen Geschwindigkeit entsprechenden Länge; und ebenso verfährt man in anderen Augenblicken der Bewegung, wobei man natürlich bestimmte, gleich weit abstehende Orte oder Momente auswählen wird. Bewegt sich z. B. ein Pendel in horizontalem Kreise, also gleichförmig, wie Fig. 17 a andeutet (die Pfeile geben die Richtung und Geschwindigkeit der momentanen Bewegung an), so ist der Hodograph durch Fig. 17 b

sich nämlich an den Enden der großen Achse, in weit geringerem Maße auch noch an den Enden der mittleren Achse, überhaupt ist sie desto dichter, je stärker an der betreffenden Stelle die Oberfläche gekrümmt ist. Alles das wird in der Fig. 18 mit einem Schlage durch die *Dicke der Linienteile* zur Anschauung gebracht.

Bisher ist immer von Kurven oder Kurvenscharen die Rede gewesen. Es gibt aber auch Fälle, wo andere geometrische Gebilde zur graphischen Darstellung herangezogen werden, nämlich einerseits *einzelne Punkte im Raume* und anderseits ganze Ebenen oder gar Räume. Als ein Beispiel können wir die charakteristischen Eigenschaften der *Dämpfe* wählen, die sich, außer in verschiedenen

Fig. 17 a.

Fig. 17 b.

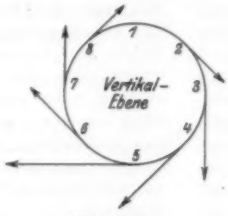

Fig. 17 c.

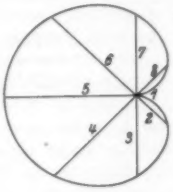

Fig. 17 d.

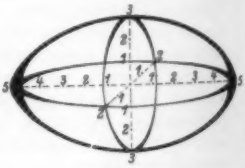

Fig. 18.

anderen Formen, auch durch ihre *kritischen Konstanten* darstellen lassen, nämlich durch die kritische Temperatur, d. h. diejenige Temperatur, oberhalb deren eine Verflüssigung des Dampfes überhaupt unmöglich ist, auch bei beliebigem Druck; und der kriktische Druck, unterhalb dessen jede Verflüssigung, auch bei noch so tiefer Temperatur, ausgeschlossen ist. Wählt man also die Drucke p, in Atmosphären gemessen, als Abszissen, die Temperaturen t als Ordinaten, so entspricht jedem Dampfe ein bestimmter Punkt p, t in der Ebene, z. B. dem

Chlor der Punkt $p = 8$, $t = 124$. Das ist der Sinn der Fig. 19, in der die einzelnen Gase durch Kreise mit Nummern repräsentiert sind, deren Erklärung sich nebenbei findet. Wollte man der Vollständigkeit halber auch noch die kritischen Dichten hinzunehmen, so müßte man sich dazu entschließen, zu den beiden Achsen in der Ebene noch die dritte Raumachse hinzunehmen und die Dämpfe durch Punkte im Raume zu charakterisieren.

Sind es hier einzelne Punkte, so kommt in anderen Fällen die ganze Ebene als solche in Betracht. So stellt z. B. die Fig. 20 sozusagen eine *Landkarte* eines bestimmten Stoffes, etwa *des Wassers*, dar, mit allen seinen Eigentümlichkeiten. In dem doppelt schraffierten Gebiete befindet es

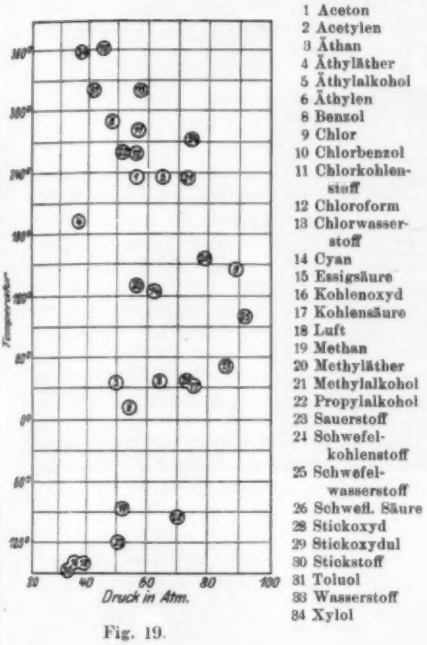

Fig. 19.

kurve der Kraft entsprechend ihrer allmählichen Änderung zeichnen und erhält dann als Sinnbild der Arbeit das von der Kurve und den beiden Achsenstücken eingeschlossene Flächenstück, wie in Fig. 21 b. Handelt es sich um einen Kreisprozeß, bei dem das System, wie bei allen periodisch wirkenden Arbeitsmaschinen, nach einiger Zeit, nämlich nach einer Periode, wieder zum Anfangszustand zurückkehrt, so erhält man für die Kraft eine geschlossene Kurve und für die Arbeit die von ihr eingeschlossene Fläche. Für diesen Fall brauchen wir kein neues Beispiel zu wählen; wir haben bereits eines zur Verfügung in der Hysteresisschleife bei der zyklischen Magnetisierung eines weichen Eisenkörpers; die von dieser Schleife eingeschlossene

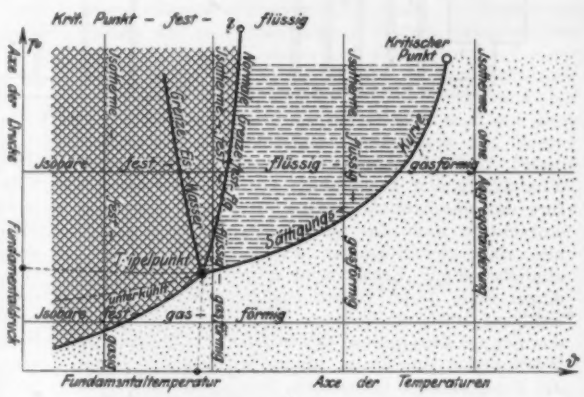

Fig. 20.

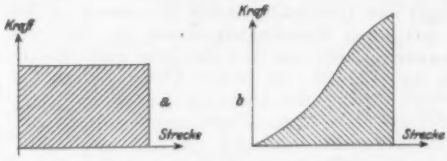

Fig. 21 a. Fig. 21 b.

sich in festem Zustande (als Eis), im einfach schraffierten im flüssigen, im gepunkteten als Dampf, die Grenzlinien sind die Schmelz- und die Siedekurve, ihr Schnittpunkt ist der sog. dreifache oder Tripelpunkt; und so läßt sich aus der Karte noch vielerlei ablesen, was hier nicht erörtert werden kann.

Am wichtigsten aber ist die Fläche als graphischer Repräsentant einer Größe, die in der modernen Wissenschaft dieselbe große Bedeutung hat wie in der Technik seit alten Zeiten: der *Arbeit*. Die Arbeit ist das Produkt aus der Kraft und der Strecke, die sie leistet. Wählt man also die Strecke als Abszisse, die Kraft als Ordinate, so wird die Arbeit im einfachsten Falle, dem der konstant wirkenden Kraft, das aus beiden Faktoren gebildete Rechteck, das in der Fig. 21 a schraffiert ist; im allgemeineren Falle muß man erst die Funktional-

Fläche, Fig. 7, ist die bei der Magnetisierung verbrauchte (vergeudete) Arbeit, die sich wiederfindet in der Erwärmung des Eisenkörpers.

Nach alledem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die graphische Darstellung ein Lehr- und Forschungsmittel ersten Ranges ist, und daß man keine noch so große Mühe der Rechnung und Zeichnung scheuen darf, um sie nutzbar zu machen. Es erhebt sich aber damit zugleich auch die Frage, ob diese Mühe, die in wirklich komplizierten Fällen ins ungemessene wachsen kann, sich nicht vermindern ließe, und zwar dadurch, daß man die rechnende Fähigkeit des menschlichen Kopfes und die zeichnerische Geschicklichkeit der menschlichen Hand in derselben Weise durch mechanisches, maschinelles Verfahren ersetzte, wie das aus dem alten Handwerk die moderne Industrie geschaffen hat; kurz gesagt: ob es nicht möglich ist, *die Natur*,

selbstverständlich mit der nötigen Anweisung und Unterstützung, *die graphische Darstellung selbst besorgen zu lassen.* In wie ausgedehntem Maße und bis zu welcher erstaunlichen Vollkommenheit das möglich ist, wollen wir nun betrachten.

Beginnen wir mit einigen einfachen und an sich nicht eben bedeutsamen Fällen. Wir lassen Wasser durch eine Röhre strömen und beobachten dabei, daß infolge des sog. Röhrenwiderstandes der Druck von der Anfangs- zur Endstelle der Röhre immer kleiner wird. Versieht man nun das Rohr in gleichen Abständen mit vertikalen Ansatzrohren, so daß kleine Mengen des ausfließenden Wassers in

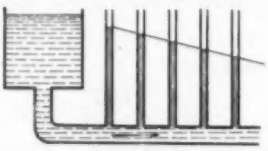

Fig 22.

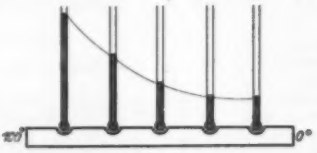

Fig 23.

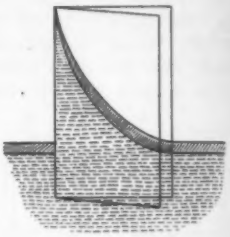

Fig. 24.

diese *Manometer* hinaufsteigen, so erhält man, Fig. 22, in den Endpunkten der Wassersäulen sofort das anschauliche Gesetz dieser Abnahme, im einfachsten Falle das Gesetz einer geraden Linie, also einer gleichförmigen Abnahme. Ein anderer ähnlicher Fall: Erhält man einen Kupferstab an einem Ende durch Dampf siedenden Wassers dauernd auf 100°, am anderen Ende durch schmelzenden Schnee dauernd auf 0°, so fließt ein stationärer Wärmestrom durch ihn hindurch, und man kann die Temperaturen beobachten, indem man an gleich weit abstehenden Stellen durch Vermittlung kleiner, mit Quecksilber gefüllter Höhlungen *Thermometer* anbringt; die Quecksilbersäulen in diesen geben dann mit ihren Endpunkten direkt ein Bild des Temperaturverlaufs, der hier durchaus nicht gleichförmig ist: Fig. 23. In beiden Fällen liefert also die Natur unmittelbar die einzelnen Ordinaten (wie in Fig. 2 a); das einzige, was man dann noch selbst zu leisten hat, ist die Verbindung dieser Punkte zu der ausgeglichenen Kurve (wie in Fig. 2 d oder 2 e). Ein drittes Beispiel soll zeigen, daß die Natur auch die Kurven selbst zu liefern imstande ist. Zwischen zwei planparallelen Glasplatten, die sich in sehr geringem Abstande voneinander befinden, steigt das Wasser desto höher, je geringer dieser Abstand ist; man kann das durch eine Reihe von Versuchen, bei denen man diesen Abstand immer größer macht, messend verfolgen. Man kann aber alle diese Versuche in einen einzigen zusammenfassen, indem man die beiden Platten keilförmig gegeneinander stellt, derart, daß der Abstand bei den Anfangskanten sehr klein ist und von da ab immer größer wird; das Wasser wird also dort am höchsten und von dort ab in immer geringere Höhe steigen, und man erhält direkt, wie Fig. 24 zeigt, eine Hyperbel als Gesetz der *Steighöhen*. Sehr hübsch endlich sind die Versuche über die *Wärmeströmung* in einer Kristallplatte, die man von ihrem Mittelpunkte aus erhitzt, etwa durch Aufsetzen einer heißen Spitze. Hat man die Platte vorher mit einem feinen Wachsüberzug versehen, so schmilzt dieses gleichzeitig weg an Stellen gleicher Temperatur, und beim Wiedererstarren erkennt man diese Stellen in der Form elliptischer Wachswälle, während man bei einer Glasplatte natürlich einen Kreiswall erhalten würde.

Weitaus am bedeutsamsten aber sind zwei hierher gehörige Methoden, die Methode der *Feldbilder* und die Methode der chronographischen Auflösung; jene stellt Zustände, diese zeitliche Verläufe dar.

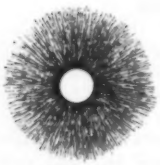

Fig. 25.

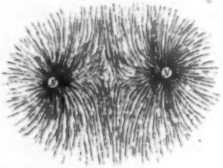

Fig. 26a.

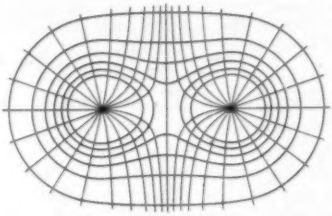

Fig. 26b.

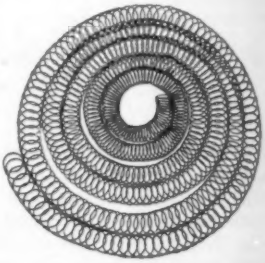

Fig. 27.

Unter einem *Felde* versteht man einen Raum, für unseren Fall speziell eine Ebene, in der Kräfte ihr Wesen treiben. Aus der Ebene wird eine Karte des Feldes durch Eintragen von zwei Linienscharen: der Gleichgewichts- oder Niveaulinien und der Kraftlinien; ein sehr bekanntes Beispiel liefern die Isobaren und die Windbahnen auf der Erdoberfläche. Man kann solche Feldbilder in sehr exakter, aber mühseliger Weise errechnen und danach zeichnen. Mit einem Schlage aber erhält man sie durch

natürliche Prozesse, von denen der wichtigste sich auf magnetische Felder bezieht. Es ist die bekannte Methode des *Eisenfeilichts*, das man auf die Ebene (eine Glasplatte oder dergl.) streut, und das sich unter der nunmehr einsetzenden Wirkung der magnetischen Kräfte, je nach der Verteilung der Kraftpole, zu den verschiedensten Kraftlinienscharen anordnet. Geht das Feld von einem einzigen Pole aus, so erhält man das Feilichtbild der Fig. 25, in der man deutlich die radiale Anordnung erkennt. Geht es von zwei gleichnamigen und gleich starken Polen aus, so erhält man das Feilichtbild der Fig. 26 a, und ein Vergleich mit dem entsprechenden, berechneten und gezeichneten Bilde der Fig. 26 b läßt die Unterschiede erkennen: das theoretische Bild ist exakter, und es enthält beide Kurvenscharen, außer den Kraftlinien auch noch die Niveaulinien, das experimentelle Bild ist aber ursprünglicher und darum lebendiger. Die magnetische Methode ist übrigens nur eine von vielen, durch die wir uns automatische Bilder verschaffen können. Eine andere ist die elektrochemische, bei der in den sog. Nobilischen und Guebhardschen Ringen Linien gleicher Stromdichte, unter einfachen Umständen aber auch Niveaulinien der elektrischen Strömung aufgezeichnet werden, und zwar in sehr anschaulicher, nämlich farbiger Weise. Eine dritte ist die optische Methode der Interferenz, die z. B. in den Newtonschen Ringen schöne, hier ihrer Farbigkeit halber nicht reproduzierbare Darstellungen liefert. Schließlich gehören hierher auch alle die mannigfaltigen Staubfiguren aus der Lehre von den Tonschwingungen, die unter den Namen der Chladnischen, Lissajousschen und Kundtschen Figuren bekannt geworden sind.

In noch anderen Fällen bedarf es nicht einmal solcher Laboratoriumsversuche, hier leistet die *Natur im großen* das, was wir sehen wollen. Es braucht da nur an die Rippungen erinnert zu werden, die der Küstensand nach dem Zurücktreten der Flut zeigt, an die geologischen Schichtungen, die bei Aufschlüssen zutage treten und an viele andere derartige Phänomene, bei denen die Natur als graphische Darstellerin auftritt und uns, bei richtiger Deutung des dem Auge sich Darbietenden, wichtige Schlüsse in bezug auf die Verteilung der Kräfte usw. zu ziehen erlaubt.

Soweit die Zustandserscheinungen. Gehen wir jetzt zu zeitlichen Phänomenen über, so können wir als geeigneten Übergang einen Fall benutzen, in dem wir einen Bewegungsvorgang direkt aufzeichnen können: der *graphische Kreisel*. Der Kreisel ist einfach mit einer Schreibspitze versehen, die auf einer geeigneten Fläche den Ablauf des Phänomens verzeichnet und dann in Ruhe zu studieren gestattet; einen solchen Fall gibt Fig. 27 in leicht verständlicher Weise wieder.

Am wichtigsten aber und auf außerordentlich vielen Gebieten fruchtbar geworden ist die *Methode der chronographischen Auflösung*. Jedermann kennt die an öffentlichen Plätzen aufgestellten *Barographen*, bei denen ein Schreibstift auf einer gleichmäßig rotierenden Papierrolle den Luftdruck verzeichnet; aus einer in Wahrheit hin und her schwingenden Bewegung des Zeigers wird auf diese Weise eine fortlaufende Wellenkurve mit Bergen und Tälern. Nach ganz entsprechendem Prinzip sind zahlreiche Apparate konstruiert worden, die der Aufzeichnung von Temperaturen, von Ebbe und Flut usw. dienen. Am interessantesten und lehrreichsten aber sind diejenigen Fälle, in denen die ursprüngliche *Schwingungsbewegung* nicht, wie in jenen Fällen, sehr langsam, sondern im Gegenteil äußerst rasch erfolgt, so rasch, daß man ihr mit dem Auge nicht folgen kann. Darin liegt die ungeheure Bedeutung z. B. der einschlägigen akustischen Methoden und Apparate, mittelst deren man für jede Tonbewegung ein Kurvenbild erhält, das man in Ruhe ausmessen und auf seine charakteristischen Eigenschaften hin untersuchen kann. Dabei kann man sich der verschiedensten Hilfsmittel zum Entwerfen der Zeichnung bedienen: ausfließenden Sandes, eines Federchens mit Tinte, eines in Ruß schreibenden Stiftes, der empfindlichen Flammen im rotierenden Spiegel, vor allem aber des Lichtstrahles, der die Schwingungen in Wellengestalt auf einen Schirm wirft oder auf einer empfindlichen Schicht fixiert. So stellt Fig 28 die photographierten Tonschwingungen der Luft in einer Pfeife dar, Fig. 29 gibt Flammenbilder verschie-

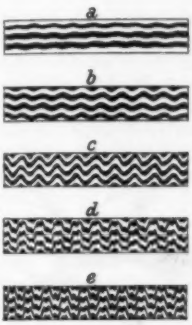

Fig. 28.

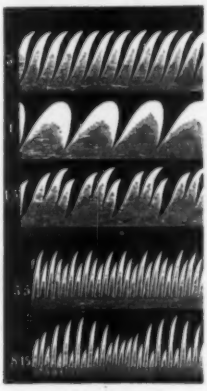

Fig. 29.

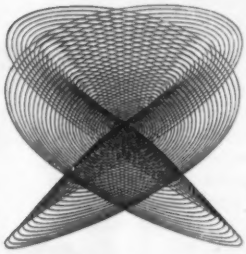

Fig. 30.

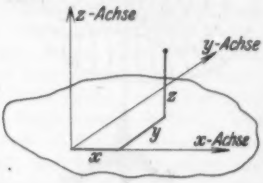

Fig. 31.

dener Töne und Akkorde (an der Seite beigefügt) wieder, und Fig. 30 ist eine vom Schreibstift ausgeführte gedämpfte Lissajous-Schwingung von einem Periodenverhältnis der Komponenten wie 2 : 3. Man geht nicht zu weit, wenn man behauptet, daß die ganze Lehre vom Schall und den Tönen ihren großen Aufschwung eigentlich erst der Ausbildung der graphischen Methode verdankt. Ja, von hier aus hat die Methode auch andere Gebiete, wie die Physiologie (Blutdruck, Atmung usw.), die Musikwissenschaft und ganz besonders die Phonetik befruchtet; und ihren vollkommensten Grad hat sie bei denjenigen Apparaten erreicht, die nicht nur aufzeichnen, sondern auch die akustische Wiedergabe erlauben: dem Phonographen und dem Grammophon, Apparaten, die, wie man weiß, neuerdings die Gründung von Archiven im Dienste der verschiedensten Zweige der Kultur-, Musik- und Sprachgeschichte ermöglicht haben.

Der letzte Gegenstand unserer Betrachtungen führt uns aus der Ebene, in der wir uns bisher immer bewegt haben, hinaus in den *Raum*. Wenn unter Umständen auch noch den weiteren, daß man sie beweglich, drehbar usw. einrichten kann; die Gipsmodelle andererseits haben den Vorteil stetiger und massiver Verkörperung der Gebilde. Ein Beispiel des ersten Typus gibt Fig. 32, die die Niveau- und Kraftlinien eines bipolaren Feldes darstellt; ein Beispiel eines Gipsmodelles liefert Fig. 33, die Zustandsfläche eines idealen Gases, also eine Kombination der ebenen Darstellungen 13 a und b mit Hinzufügung einer dritten Kurvenschar, der Isochoren. In beiden Fällen mußte natürlich eine Begrenzung gefunden, d. h. ein geeignetes Stück aus dem unendlichen Raume herausgeschnitten werden; im letzteren Falle dienten dazu zweckmäßige Grenzflächen. Wo das nicht erforderlich ist, wo die Darstellung in sich abgeschlossen ist, kann man natürlich auch das Modell als vollständiges Ganze herstellen. So, was die Drahtmodelle betrifft, beispielsweise ein aus lauter wirr durcheinander gehenden Drahtschleifen bestehendes Modell der Stöße bei einem Erdbeben, bei den Gipsmodellen namentlich solche, die sich der polaren Darstellung, aber jetzt in räum-

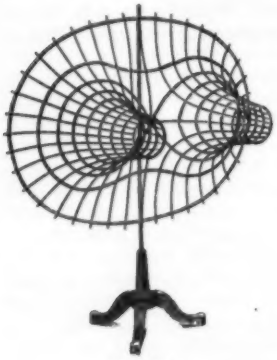

Fig. 32.

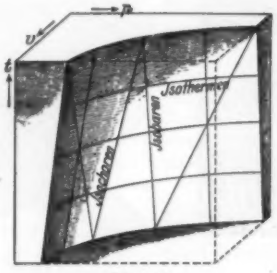

Fig. 33.

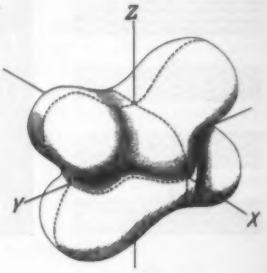

Fig. 34.

eine Größe nicht bloß von einer Variabeln abhängt, sondern von zweien, wenn also $z = f(x, y)$ ist, so müssen wir, wollen wir uns nicht wie oben in den Figuren 13 auf mehrere getrennte Partialdarstellungen beschränken, das räumliche Achsensystem einführen, d. h. wie in Fig. 31, die natürlich perspektivisch aufzufassen ist, in der Grundebene die beiden aufeinander senkrechten Achsen der x und y legen und die Funktionswerte z durch die Längen der in den betreffenden Punkten der Ebene errichteten Lote charakterisieren. Bei einigermaßen komplizierten Funktionen wird natürlich eine solche *perspektivische Zeichnung* wenig übersichtlich, und es erhebt sich somit die neue Aufgabe: *räumliche Modelle* zu entwerfen. Diese können von zweierlei Art sein: entweder es werden die einzelnen Linien hergestellt, deren zusammenhängende Schar dann die Funktionsfläche bildet, oder man formt diese Fläche direkt. In jenem Falle erhält man ein *Draht- oder Fadenmodell*, in diesem ein *Gipsmodell*. Jene haben den Vorteil, die elementaren Erzeuger der Fläche vor Augen zu führen, die Fadenmodelle

licher Verallgemeinerung, bedienen. So gibt Fig. 34 die perspektivische Ansicht des Gipsmodells der Dehnungsfläche eines rhombischen Kristalls (Baryt), sie bildet also die räumliche Vereinigung der drei Schnittfiguren 16. Übrigens gibt es zwischen den Faden- und Gipsmodellen auch noch eine Zwischenstufe, die aus Flächenscharen zusammengesetzten Modelle.

Damit haben wir freilich die Grenzen der graphischen Darstellung im engeren Sinne des Wortes schon überschritten und wollen daher unsere Betrachtungen abschließen[1]).

[1]) Für das Gesamtgebiet der Physik habe ich die graphische Methode zum ersten Male konsequent durchgeführt in meinem kürzlich erschienenen Buche: Physik in graphischen Darstellungen, Leipzig, Teubner 1912. — Für das Gebiet mathematischer Funktionen findet man zahlreiche Kurven in dem Buche von Jahnke und Emde, Funktionentafeln mit Formeln und Kurven, Leipzig, Teubner 1909. — Für die übrigen Wissenschaften existiert eine umfassende Darstellung meines Wissens noch nicht.

Die Koeffizientenlehre (Pluralität der Ursachen).

Von Prof. Dr. H. E. Hering, Prag.

In der das Semester einleitenden Vorlesung pflege ich meine Hörer darauf aufmerksam zu machen, daß jede Funktionsstörung des Organismus, bzw. jede Erkrankung, *das Ergebnis mindestens zweier Faktoren ist,* gewöhnlich aber eine größere Anzahl Faktoren an diesem Ergebnis beteiligt sind. Ich tue dies, weil ich, wie bei mir selbst seinerzeit, so auch bei vielen anderen den naiven Glauben fand, es könne ein Vorgang nur durch *einen* Faktor zustande kommen, während es oft nur eines entsprechenden Hinweises bedarf, um diesen Glauben durch eine bessere Einsicht zu ersetzen, ein Hinweis, den vor mir schon andere gegeben haben, der also nichts Neues ist, sondern nur neu ist für den, der sich dieser Tatsache nicht bewußt ist.

Für mich als Schüler von *E. Hering* und *E. Mach* sollte diese Tatsache gewissermaßen schon etwas Selbstverständliches geworden sein, zumal ich mich mit der Ätiologie immer gern beschäftigt habe. Trotzdem bemerkte ich an mir, wie übrigens bei vielen anderen auch, daß ich mich immer wieder nur nach *der* Ursache dieser oder jener Erscheinung frage, statt nach *den* Ursachen. Es hängt dies jedenfalls mit mehreren Umständen zusammen, so mit dem traditionellen schlagwortartigen Gebrauch des Ausdruckes Ursache, der wieder mit dem Bedürfnis nach einem kurzen Ausdruck für das zu Bezeichnende in Zusammenhang steht, ferner damit, daß wir unsere Aufmerksamkeit am leichtesten nur *einer* Tatsache zuzuwenden vermögen und daß wir diese Tatsache, die wir als Ursache bezeichnen, mehr oder weniger klar für die wesentliche halten, woraus sehr leicht nur *eine* Ursache resultiert, indem wir die anderen Ursachen als außerwesentliche gedanklich einfach eliminieren.

Um nun der einseitigen Auffassung über das Zustandekommen einer Erkrankung bzw. eines Geschehens an der lebendigen Substanz überhaupt schon durch den Ausdruck vorzubeugen, vermeide ich den Ausdruck Ursache nach Möglichkeit und gebrauche den bisher nicht üblichen Ausdruck *„Koeffizient"* (das Mitwirkende, Mitbestimmende usw.), der von selbst daran erinnert, daß kein Vorgang nur durch eine Ursache allein hervorgerufen wird.

Seitdem ich diesen Ausdruck eingeführt habe, werden durch ihn nicht nur ich selbst, sondern auch meine Schüler immer wieder darauf aufmerksam gemacht, daß für die eben in Rede stehende Wirkung immer mehrere Faktoren i. e. Koeffizienten in Betracht kommen.

Bei der Erörterung der Funktionsstörungen eines Organes oder des ganzen Organismus ist, wie bekannt, ein Umstand von großer Bedeutung, das ist die jeweilige Beschaffenheit des Organs oder des Organismus, für welche der Ausdruck Disposition sehr gebräuchlich ist. Ein jeder, der die Geschichte der Medizin kennt, weiß, daß die Vernachlässigung dieses Umstandes den Fortschritt in der Medizin, wie überhaupt in der Biologie, oft schon aufgehalten hat, ja, daß auch jetzt noch in dieser Hinsicht nicht selten gesündigt wird. Die Disposition ist nun ebenso ein Koeffizient für die jeweilige Funktionsstörung, wie jener Koeffizient, den wir aus den oben angeführten Gründen gewöhnlich als *die* Ursache jener Funktionsstörung zu bezeichnen pflegen. Bei dem Gebrauch des Ausdruckes Koeffizient in der Medizin werden wir aber mit an diesen zweiten wesentlichen Koeffizienten, die Disposition erinnert. Durch diese mit dem Ausdruck Koeffizient verknüpfte Erinnerung an mindestens noch einen Koeffizienten erscheint die Koeffizientenlehre gegenüber der Ätiologie, d. h. der Ursachenlehre im bisher zumeist üblichen Sinne, im Vorteil. Jene, wie die Erfahrung mich gelehrt hat, nützliche Seite der Koeffizientenlehre veranlaßt mich, letztere allgemeiner bekannt zu machen, als ich es bisher getan habe. Man wird sich im Anfang etwas schwer daran gewöhnen, denn ich selbst brauchte, nachdem ich den mir passend erscheinenden Ausdruck gefunden hatte, fast ein ganzes Jahr, bis ich mich selbst daran gewöhnt hatte; dafür möchte ich ihn jetzt jedoch nicht wieder missen.

Die Koeffizientenlehre besagt, daß die beobachtete Wirkung das Ergebnis einer *Pluralität* von Koeffizienten ist; sie unterscheidet sich dadurch, wie erwähnt, von der landläufigen Ursachenlehre. Sie enthält aber noch einen wesentlichen Unterschied gegenüber letzterer, einen Unterschied, der schon aus der erwähnten Bezeichnung der Disposition als Koeffizienten hervorgeht, der aber doch noch einer besonderen Besprechung bedarf. Die häufigste Darstellung ist die, daß diese Ursache jene Wirkung hat, z. B. daß der Tuberkelbazillus die Ursache ist der Tuberkulose, d. h. es wird eine Ursache genannt, die eine Wirkung hat, aber *das, worauf die Ursache wirkt, wird nicht erwähnt,* obwohl es bekannt ist. Es ist aber klar, daß es nicht die Wirkung, hier die Tuberkulose, ist, auf welche die Ursache, der Tuberkelbazillus, wirkt, sondern daß der Tuberkelbazillus auf den Organismus oder einen seiner Teile wirkt, und daß die Wirkung, wie durch den Tuberkelbazillus, so auch durch den Organismus oder einen seiner Teile mitbestimmt wird, d. h. beide Koeffizienten der Tuberkulose sind. —

In Erkenntnis dieses wohl unbestreitbaren Sachverhaltes liegt es nahe, sich zu fragen, ob man ihn nicht vielleicht durch den von *E. Mach* gegenüber den Begriffen Ursache und Wirkung als besser angesehenen mathematischen Funktionsbegriff darstellen sollte. Ich meine, daß wir das nicht tun können.

Mach sagt auf S. 273 seines äußerst anregenden, „Erkenntnis und Irrtum" betitelten, 1905 erschienenen Buches unter anderem folgendes:

„Sobald es gelingt, die Elemente der Ereignisse durch meßbare Größen zu charakterisieren, was bei Räumlichem und Zeitlichem sich unmittelbar, bei anderen sinnlichen Elementen aber doch auf Umwegen ergibt, läßt sich die Abhängigkeit der Ele-

mente voneinander durch den *Funktionsbegriff* viel vollständiger und präziser darstellen, als durch so wenig bestimmte Begriffe, wie Ursache und Wirkung."

Soweit sind wir in der Medizin, wie überhaupt in der Biologie nicht, wir können die Elemente der Ereignisse zumeist noch nicht durch *meßbare Größen* charakterisieren, fehlen uns doch so vielfach noch die in Betracht kommenden Elemente selbst und im besten Falle ist uns nur von einem der letzteren die Größe bekannt.

Abgesehen davon ist einzuwenden, daß sich der Ursachenbegriff nicht durch den mathematischen Funktionsbegriff ersetzen läßt. Das geht klar hervor, wenn wir die Ähnlichkeit und den Unterschied dieser beiden Begriffe schärfer ins Auge fassen. Die Ähnlichkeit beider Begriffe liegt darin, daß beide den Begriff der *Abhängigkeit* enthalten. Dabei darf man nicht übersehen, daß auch der Funktionsbegriff verschieden [1]) verwendet wird. Wenn *Mach* z. B. auf S. 74 der 1906 erschienenen V. Auflage der „Analyse der Empfindungen" sagt: „Ich habe deshalb schon vor langer Zeit versucht, den *Ursachebegriff* durch den mathematischen *Funktionsbegriff* zu ersetzen: *Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander*, genauer: *Abhängigkeit der Merkmale der Erscheinungen voneinander*," so ist hier nicht von „meßbaren Größen", nicht von der Abhängigkeit der Größe der Merkmale usw. die Rede, d. h. der Funktionsbegriff ist hier nicht im mathematischen Sinne verwendet, denn in diesem letzteren Sinne ist die Größe oder der Wert des x und y im Funktionsbegriff mitenthalten, wie z. B. *G. Kowalewski* [2]) auf S. 128 seines Buches folgende Fassung des Funktionsbegriffs von *Dirichlet* anführt: *„Wenn y derart von x abhängig ist, daß jedem Wert von x ein bestimmter Wert von y entspricht, so nennt man y eine Funktion von x."*

Es steht aber natürlich nichts im Wege, den Funktionsbegriff *noch allgemeiner* zu verwenden, als in dem erwähnten mathematischen Sinne und darunter, wie *Mach* an oben erwähnter Stelle, nur die Abhängigkeit der Erscheinungen bzw. der Merkmale der Erscheinungen voneinander zu verstehen, ohne auf ihre Größe bzw. Wert Bezug zu nehmen. Dadurch wird aber der Funktionsbegriff noch unbestimmter und unterscheidet sich schließlich von dem noch allgemeineren Begriff der *Beziehung* (Relation) nur noch dadurch, daß er den Begriff der Abhängigkeit enthält, den der Relationsbegriff nicht zum Ausdruck bringt.

In diesem allgemeinsten Sinne ist der Funktionsbegriff z. B. verwendet, wenn *Aschoff* [3]) „im Sinne *Machs* die Thrombose als eine Funktion von Blutplättchen-, Gefäßwand- und Strombeschaffenheit bezeichnet", obwohl *Aschoff*, wie aus seinen Ausführungen deutlich hervorgeht, mehr sagen will und das, was er mehr sagen will, zum Ausdruck gebracht würde durch den Satz: Als Koeffizienten der Thrombose kennen wir bis jetzt die Blutplättchen-, Gefäßwand- und Strombeschaffenheit.

In einem schon etwas weniger allgemeinen Sinne, d. h. im Sinne der *gegenseitigen* Abhängigkeit, hat *E. Hering* in seiner Rede „Über das Gedächtnis" [1]) im Jahre 1870 den Funktionsbegriff verwendet hinsichtlich der Beziehung der Phänomene des Bewußtseins zu den materiellen Prozessen der Hirnsubstanz, und ich [2]) habe im gleichen Sinne im Jahre 1911 den Funktionsbegriff verwendet, um auf die gegenseitige Beziehung der humoralen und zellulären Bestandteile des Organismus hinzuweisen.

Man kann also den Funktionsbegriff im allgemeinsten Sinne der Abhängigkeit oder in dem schon etwas spezielleren Sinne der gegenseitigen Abhängigkeit in der Biologie wohl verwenden, muß sich aber klar sein, daß damit über die kausale Abhängigkeit nichts gesagt ist, daß sie letztere nicht zu ersetzen vermag und daß sie nur einen vorläufigen Hinweis auf das Bestehen einer Abhängigkeit bedeutet, wenn man die Art der Abhängigkeit noch nicht kennt und nicht präjudizieren will.

Als Unterschied zwischen dem Funktionsbegriff und dem Ursachebegriff ist hervorzuheben, daß letzterer die *Art* der Abhängigkeit in bestimmterer Weise zum Ausdruck bringt als der Funktionsbegriff, daß der Ursachebegriff den *Zeit-* und *Raum*begriff enthält, so daß, wenn man, wie *Mach* es will, die beiden Begriffe aus dem Kausalbegriff eliminiert, zwar der Funktionsbegriff übrig bleibt, woraus aber nicht hervorgeht, daß letzterer den ersteren ersetzt, oder daß es müßig sei, sich nach den Ursachen einer Erscheinung zu fragen, oder, daß der Ursachebegriff ein vorläufiger [3]) Notbehelf ist. Ursache und Wirkung beziehen sich außerdem auf etwas Reales, der Funktionsbegriff im mathematischen Sinne bezieht sich aber auf etwas Irreales.

Mach sagt auf S. 73 der Analyse der Empfindungen: „Die alte hergebrachte Vorstellung von der Kausalität ist etwas ungelenkig; einer Dosis Ursache *folgt* eine Dosis Wirkung. Es spricht sich hierin eine Art primitiver, pharmazeutischer Weltanschauung aus, wie in der Lehre von den vier Elementen." Ich muß nun sagen, daß der Mediziner als Therapeut froh sein könnte, wenn er es immer wüßte, welche Dosis Wirkung einer Dosis Ursache folgt. Wenn wir das Dosenverhältnis, was nur ein anderer Ausdruck für Größen- oder Wert-

[1]) *Moritz Cantor* gibt in seinen Vorlesungen über Geschichte der Mathematik aus dem Jahre 1901 im III. Band auf S. 215 an, daß *Leibniz* 1692 das Wort Funktion zum ersten Male benutzt hat, ein Wort, „welches nachmals eines der von Mathematikern am häufigsten gebrauchten geworden ist". „Allerdings hatte es bei *Leibniz* eine andere Bedeutung, als die man später damit verband."

[2]) Die klassischen Probleme der Analysis des Unendlichen. Leipzig, W. Engelmann. 1910.

[3]) Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 44, 1912.

[1]) Wiener kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 30. Mai 1870.

[2]) Münchener Med. Wochenschr. Nr. 44, 1911.

[3]) Auf S. 280 von „Erkenntnis und Irrtum" sagt *Mach* selbst: „Hat man aber auch, mit oder ohne Hilfe der Millschen Schemata, die Abhängigkeit eines Elementes *D* von einem anderen *A* überhaupt erkannt, so ist hiermit, wie jeder Naturforscher weiß, nur das Allervorläufigste erledigt; denn jetzt beginnt erst die wichtigste Arbeit, das Suchen nach der Art der Abhängigkeit." Das ist ganz meine Meinung.

verhältnis ist, kennen würden, dann ließe sich der Funktionsbegriff im mathematischen Sinne wenigstens anwenden, wenn er auch den Ursachebegriff nicht zu ersetzen vermag. Was *Mach* aber mit den oben angeführten Sätzen sagen will, bezieht sich nicht auf das Größenverhältnis, vielmehr geht seine Meinung aus dem unmittelbar folgenden hervor: „Schon durch das Wort *Ursache* wird dies deutlich. Die Zusammenhänge in der Natur sind selten so einfach, daß man in einem gegebenen Falle *eine* Ursache und *eine* Wirkung angeben könnte." Diese richtige Erkenntnis war es, die *Mach* veranlaßte, den Ursachenbegriff durch den mathematischen Funktionsbegriff zu ersetzen; der gleiche Umstand ist es nun, der mich veranlaßt hat, den Koeffizientenbegriff einzuführen, worin, wie man mit *Mach* nach S. 277 sagen könnte, „eine weiter entwickelte, verschärfte, geläuterte *kausale* Auffassung liegt." Vier Seiten zuvor, S. 273, meint *Mach* in „Erkenntnis und Irrtum": „In den höher entwickelten Naturwissenschaften wird der Gebrauch der Begriffe Ursache und Wirkung immer mehr eingeschränkt, immer seltener." Ich brauche nun gerade *Mach* kaum daran zu erinnern, daß es sehr auf den *Standpunkt* ankommt, welche Wissenschaft man als die höher entwickelte bezeichnen will. Es verhält sich hier ähnlich wie mit den Begriffen. Sieht man den Relationsbegriff, weil er der allgemeinere ist, auch als einen höheren an, als den Funktionsbegriff, dann steht die Philosophie höher als die Mathematik. Sieht man diejenige Wissenschaft als die höchste an, die den Zahlbegriff am höchsten entwickelt hat, dann ist die höchst entwickelte Wissenschaft die Mathematik. Betrachtet man jene Wissenschaft als die höchste, welche „Die Analyse der Empfindungen" am vollkommensten entwickelt hat, so ist es die Psychologie usw.

Ein noch anderes Gesicht bekommt die Frage nach der höher entwickelten Wissenschaft, wenn wir anstatt der Wissenschaft den jeweiligen Menschen setzen, der die Wissenschaft pflegt. Welches ist vom Standpunkte des Vergleichs der Wissenschaften der höchst entwickelte Mensch, der beste Mathematiker, der beste Philosoph, der beste Physiologe, der beste Physiker usw.? —

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Koeffizientenlehre zurück. Nicht alle Koeffizienten haben für die jeweilige Wirkung die gleiche Bedeutung, womit, wie erwähnt, es in Zusammenhang steht, daß wir so oft nur von *einer* Ursache sprechen. Wenn man sagt, der Tuberkelbazillus ist die Ursache der Tuberkulose, so hängt dies damit zusammen, daß er in der Tat ein *wesentlicher* Koeffizient ist, ohne welchen keine Tuberkulose entstehen würde. Da wir aber auch Bazillenträger sein können, ohne daß die Wirkung des jeweiligen Bazillus auftritt, ist es klar, daß die Beschaffenheit unseres Organismus ebenfalls ein wesentlicher Koeffizient für das Auftreten der Wirkung ist. Es liegt also ein aus der Erfahrung hervorgehendes Bedürfnis nach einer näheren Charakterisierung der einzelnen Koeffizienten vor, denen man gerecht wird, wenn man *Haupt-* und *Neben*koeffizienten, *spezifische* Koeffizienten (Tuberkelbazillen), den *vitalen* Koeffizienten (Disposition) usw. unterscheidet.

Was man aber für ein Attribut immer dem Wort Koeffizient hinzufügen mag, es bleibt (und ist zu diesem Zwecke speziell gewählt) ein besonderes „Assoziationszentrum" (um einen Ausdruck von *Mach* zu gebrauchen), mit dessen Gebrauch der Gebrauchende daran erinnert wird, daß außer dem Koeffizienten, dem er gerade seine Aufmerksamkeit schenkt, noch ein oder mehrere Koeffizienten an der jeweilig in Betracht gezogenen Wirkung beteiligt sind.

Es mag noch erwähnt sein, das jemand, der von der Ursache spricht, deswegen darin keine Einseitigkeit erblickt, weil er unter der Ursache die Gesamtheit der Koeffizienten meint. Man wird dem Betreffenden gewiß dann nicht den Vorwurf der Einseitigkeit machen können, wenn diese seine Meinung auch in seinen Werken zum Ausdruck kommt. Jedenfalls bedarf es aber hierzu einer umständlichen Darstellung, die, um mich wieder auf *Mach* zu beziehen, *ökonomischer* durch das Wort Koeffizient zum Ausdruck gebracht wird. Durch die Einführung des Ausdrucks Koeffizient glaube ich also auch der Forderung *Machs* zu entsprechen, der zuerst 1871 die ökonomische Darstellung des Tatsächlichen als eine wesentliche Aufgabe der Wissenschaft bezeichnet hat.

Die Arbeitsschule.

Von Prof. Dr. K. Scheid, Freiburg i. B.

Die Mehrzahl aller Angehörigen der gebildeten Stände beobachtet den organisatorischen Fragen der Schule gegenüber eine auffallend ablehnende Haltung, und man kann diese Tatsache häufig auf unangenehme Erinnerungen aus der eigenen Jugendzeit zurückführen. Das „objektive Urteil", welches man da oft zu hören bekommt, beruht meistens auf sehr subjektiven Erlebnissen, welche ein Einzelner vor vielen Jahren beim Besuch einer bestimmten Schulklasse im Unterricht eines bestimmten Lehrers gehabt hat und der sich nun verpflichtet fühlt, jene von seinem Standpunkt aus unangenehmen Erinnerungen als für die Gegenwart gültig zu verallgemeinern. Über solche mehr oder weniger zugestanden persönlichen Ansichten zu streiten, ist nicht Raum in einer wissenschaftlichen Zeitschrift. Die nachstehenden Zeilen wollen darum weder für, noch gegen eine persönliche Stellungnahme zu Reformfragen des Schulwesens eintreten. Wohl aber soll damit dem naturwissenschaftlich gebildeten Nichtlehrer ein kurzer Bericht erstattet werden über das, was die moderne Schule auf naturwissenschaftlichem Gebiet leisten will und welcher Hilfsmittel sie sich hierzu bedient. Durch Elternabende und Schulgesellschaften verschiedener Art sucht man ja die in großen Städten unwiederbringlich verloren gegangene enge Fühlung zwischen Schule und Elternhaus wiederzugewinnen. Aber gerade auf naturwissenschaftlichem Gebiet herrscht — beiderseitig — eine sehr zweifelnde Stimmung.

In der Tat sind die Anregungen, welche ein Stadtkind auf naturwissenschaftlichem Gebiet zu Hause erhält, mit wenigen Ausnahmen verschwindend gering, und man kann es eigentlich dem naturwissenschaftlichen Lehrer nicht verdenken, wenn er deshalb auf eine zweifelhafte Mitwirkung von zu Hause am liebsten vollständig verzichten möchte. Mag nun diese Zurückhaltung begründet sein oder nicht: jedenfalls erfährt man außerhalb der Schule kaum etwas von den tiefgreifenden methodischen Umwälzungen, welche sich seit Jahrzehnten in aller Stille auf naturwissenschaftlichem Gebiete vollziehen und von denen man sich in der Schule sehr viel Gutes für die Zukunft der jungen Leute versprechen darf.

Als Fachmann, insbesondere des chemischen Unterrichts, möchte ich über diese Fragen einen kurzen Bericht erstatten, nur in dem Umfange, wie er auch den Eltern unserer Schuljugend, wie er auch den Lehrern der kommenden Lehrergeneration bekannt sein *muß*. Die Einzelheiten, welche sich in den vielen Zeitschriften des Schulgebietes niedergelegt finden, sind ja dem Laien nur ausnahmsweise zugänglich und erwecken bei ihm begreiflicherweise auch herzlich wenig innigere Anteilnahme.

Noch im letzten Drittel des verflossenen Jahrhunderts war das Gymnasium fast der einzige Vertreter der höheren Schulen. Ihm ist in den Realanstalten ein immer stärkerer Mitbewerber entstanden. Naturgemäß waren Realgymnasium und Oberrealschule in ihrer ursprünglichen Form nur auf den sprachlichen Unterricht zugeschnitten. Die Fächer des naturgeschichtlichen Unterrichts, schon in der Stundenzahl viel geringer als Latein, Französisch und Englisch, hatten lediglich Sachkenntnisse zu übermitteln. Der innere bildende Wert der Naturwissenschaften kam, ebenso wie auch heute noch am Gymnasium, überhaupt nicht zum Ausdruck. Diese Auffassung von der Aufgabe der Naturwissenschaften hat sich nun seither schon merklich verschoben. Der Physiklehrer behandelt sein Fach nicht mehr als angewandte Mathematik, als eine willkommene Gelegenheit, auf theoretischem Wege ermittelte Formeln einzuüben; vielmehr bemüht er sich, mit Hilfe einer wohlausgebauten Apparatensammlung seine Schüler auf dem Weg der Induktion zum scharfen Beobachten zu zwingen und im logischen Denken einzuüben. Der Lehrer der Naturgeschichte läßt nicht mehr im Sommer Pflanzen bestimmen und im Winter Tiere beschreiben; sein Ziel ist heute, die Lebewesen aller Arten in ihrem wechselseitigen Zusammenhang zu zeigen und die Lehre vom Leben in den Mittelpunkt der Schule zu rücken. Der chemische Unterricht hat aufgehört, die früheren Anklänge an die gewerblichen Fachschulen herauszuarbeiten, nämlich die Unterschiede der chemischen Elemente zu finden und damit die analytischen Methoden des Laboratoriums einzuüben: die moderne Chemie ist gleich der Physik die Grundlage *aller* Naturwissenschaften und wird als solche behandelt in allgemeiner, in spezieller, in technischer, in physiologischer Hinsicht, als das vermittelnde Band zwischen unorganischer und organischer Natur, zwischen Physik, Mineralogie, Geologie, Biologie.

Den höheren Aufgaben der Schule verspricht die Hochschule, dank den Bemühungen einer Anzahl führender Männer in den Kommissionen der Naturforscherversammlungen, nun auch durch fachgemäße Ausbildung der Lehrer in Seminarien und Laboratorien immer mehr und mehr gerecht zu werden.

Was tut nun aber die Schule selbst, um das weitgesteckte Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu erreichen?

Zunächst unterscheidet der moderne Lehrplan innerlich nicht mehr so scharf wie früher Naturgeschichte von Pflanzen und Tieren in den Unterklassen, Chemie und Physik in den oberen. Vielmehr kommt allenthalben dasjenige offiziell zum Ausdruck, was tüchtige Lehrer schon vor 20 Jahren auf eigene Verantwortung taten: chemische und physikalische Erscheinungen grundlegendster Art fließen in Form von „Freihandversuchen" schon in den Unterricht der Sexta ein, während umgekehrt der Primaner im organisch-chemischen oder geologischen Unterricht mit größerem Verständnis wieder auf Probleme der Biologie stößt, welche ihm in früheren Jahren ausschließlich in den Unterklassen begegnen konnten. Vielfach hat bereits in den Oberklassen auch die Biologie eine ein- bis mehrstündige Unterrichtszeit gefunden auf Kosten sprachlicher oder mathematischer Unterrichtsstunden, wo erfolgreich eine Anzahl für sie spezifischer Aufgaben auf exakter, experimenteller Grundlage entwickelt werden. Die früher sehr stiefmütterlich behandelte Geologie ist schon seitens mehrerer Bundesstaaten als offizielles Unterrichts- und Prüfungsfach der Prima eingeführt, wo der Lehrer bei seinen Schülern eine hinreichende Kenntnis chemischer, biologischer und physikalischer Vorgänge voraussetzen darf, um darauf theoretische und praktische Folgerungen ziehen zu können. Eine sachgemäße Vertiefung der bisherigen Einzelfächer, zusammen mit einer einheitlichen Gestaltung des Gesamtumfanges kann vielleicht in ferner Zeit dahin führen, daß für die Schule die systematische Teilung in Biologie, Chemie und Physik mehr und mehr verschwindet und dafür einem sammelnden Fach von größerer Konzentration, einer allgemeinen Naturlehre zum Eingang verhilft.

Die bisherige, immer weitere Vergrößerung des Umfanges aller naturwissenschaftlichen Studien konnte aus praktischen Gründen nicht durch eine Vermehrung der Stundenzahl im gleichen Maßstab, sondern lediglich durch eine Vertiefung in der *Methode* ausgeglichen werden. Hier wirkte zunächst der chemische Unterricht bahnbrechend, indem er sich das Hilfsmittel der Hochschule, das *praktische Arbeiten im Laboratorium* zu eigen machte. Ursprünglich nur fakultativ, diente es dem Hauptzweck des damaligen chemischen Unterrichts, der qualitativen Analyse. Mit der Erweiterung des Lehrstoffes kam allmählich das präparative Arbeiten auf, um endlich, seit etwa 20 Jahren, auch die Wiederholung von Demonstrationsversuchen in vereinfachter Form als Hauptaufgabe auftreten zu

lassen. Aber immer noch schreiben auch heute die meisten Lehrpläne die Analyse als wesentliches Arbeitspensum vor. Seit der Mitte der neunziger Jahre kennt man an den höheren Schulen auch ein fakultatives physikalisches Praktikum, welches teils die Anfertigung von Apparaten an der Werkbank, teils die Ausführung physikalischer Versuche mit einfachsten Hilfsmitteln bezweckt. Alle diese Einführungen des praktischen Unterrichts waren ursprünglich reine Privatunternehmungen der Lehrer, völlig unverbindlich für die wenigen, ausgewählten Teilnehmer, fast stets auch durchaus unentgeltlich für beide Teile. Erst allmählich wurden von den Schulbehörden entsprechende Bestimmungen erlassen, welche den Besuch regelten, die geeigneten Aufgaben vorschrieben und die probeweise Neueinführung solcher Praktika ermöglichten. Da war es nun zuerst die Physik, welche die Vorteile des neuen Lehrverfahrens für die *Gesamtheit* der Schüler auszunützen begann. Der physikalische Unterricht ist fast noch häufiger als der chemische auf das ganz scharfe Beobachten aus allernächster Nähe angewiesen, weil meistens mit der zunehmenden Größe der Demonstrationsapparate auch die Qualität des Vorganges eine Verschiebung erleidet. Auch stieß das neuentstehende physikalische Praktikum nicht auf Schritt und Tritt auf die Fessel jahrzehntelanger Gewöhnung und hatte darum auch verhältnismäßig den geringeren inneren Widerstand zu überwinden. Entsprechend konnte der biologische Unterricht, welcher um dieselbe Zeit erst probeweise in den Oberklassen zugelassen wurde, sofort auch mit den verbindlichen Schülerübungen als der Grundlage des gesamten Unterrichts einsetzen. Erst ganz allmählich beginnt nun auch der chemische Unterricht sich in der Richtung der verbindlichen Übungen auszubauen. Die bereits vorhandenen Laboratorien sind hierbei, nachdem der „Widerstand der Masse" überwunden ist, ein mächtiges Förderungsmittel.

Der wesentliche Unterschied in der Lehrmethode des auf verbindlichen Schülerübungen aufgebauten Unterrichts gegenüber der bisherigen besteht darin, daß die Schüler selbst mit geeigneten Versuchsapparaten arbeiten und unter Anleitung des Lehrers die Tatsachen feststellen, auf Grund deren später das Naturgesetz abgeleitet und formuliert wird. Das Suggestive des Demonstrationsversuches fällt damit fort. Der Schüler sieht sich selber dem Objekte gegenübergestellt. Er lernt den Apparatenaufbau nicht bloß beschreiben, sondern auch wertschätzen und verstehen. Während ihm früher die geistige Arbeit vieler Generationen von Gelehrten als reifes, fertiges Ganzes geboten wurde, so daß er weder die ganze, lange geschichtliche, noch die geistige Entwicklung der Wahrheit in dem kurzen Zeitraum mehrerer Minuten in sich aufnehmen konnte, so geht er jetzt selber an der Hand des einführenden Lehrers schrittweise auf den Bahnen der Entdecker, findet selber die Unmöglichkeit manches scheinbar selbstverständlichen Gedankens. Indem er nicht gleich die höchsten Folgerungen, sondern auch schon die vorbereitenden Fragen genauer beachtet und untersucht, dringt er tiefer in die zu behandelnde Materie ein und trifft dabei stets auf Anknüpfungspunkte mit Nachbarwissenschaften oder auf Erscheinungen des täglichen Lebens. Von hohem Wert ist der persönliche Einfluß des Lehrers, denn die freie praktische Arbeit bringt Lehrer und Schüler als Arbeitsgenossen einander viel näher, als der Unterricht vom hohen Katheder es je vermöchte. Nicht allzu gering darf man ferner als weiteren Begleiter des wissenschaftlichen Arbeitsunterrichts den technischen Vorteil einschätzen, daß der Schüler nicht nur mit dem Kopf arbeitet, sondern auch die Hände gebrauchen lernt. Der Frage der geistigen Überbürdung stehe ich zwar ziemlich skeptisch gegenüber: ein gesunder Junge erwehrt sich derselben bekanntlich in der einfachsten Weise selber, indem er nicht mehr mittut, wenn es ihm zu bunt wird. Gerade das verteilte Arbeiten mit Hand und Kopf aber muß jede Überanstrengung hintanhalten, zumal der tägliche Fortschritt auf wissenschaftlichem Gebiet immerhin merklich langsamer vor sich geht, als bei der bisherigen Unterrichtsform. Der Vorwurf, daß unsere Abiturienten vor lauter Gelehrsamkeit nichts mehr sehen und alle Fühlung mit dem Leben des Alltags verloren haben, müßte eigentlich bei allgemeiner Einführung der neuen Unterrichtsmethode verschwinden.

Die Arbeitsschule ist keine Kopie des Auslandes, wie ihre Gegner manchmal behaupten. Ihre theoretischen Voraussetzungen haben schon vor langer Zeit ein *Commenius, Francke, Basedow, Rousseau* ausgesprochen und bewiesen. Aufgegriffen und in die Praxis umgesetzt wurden die grundlegenden Gedanken auch nicht wesentlich früher als bei uns in den Vereinigten Staaten, in England und in Frankreich. Bloß die Schnelligkeit, mit welcher sich das neue Verfahren ausbreitete, ist dort infolge eines vielleicht glücklichen Mangels an Tradition eine wesentlich größere als bei uns. Aber auch abgesehen davon bleibt das Übereinstimmende des Lehrverfahrens dort und hier doch nur eine Äußerlichkeit. Bei uns wird die erprobte Methode des Unterrichtens durch den Lehrer, das theoretische Herausarbeiten der praktischen Ergebnisse in gemeinsamer Arbeit, die häusliche Repetition unentwegt beibehalten, während das Verfahren des Auslandes schon infolge eines Mangels an geeignet vorgebildeten Lehrern vielfach von unserer Art Unterrichtsbetrieb abweichen muß.

Noch steht die Arbeitsschule in den ersten Anfängen ihrer Entwicklung. Wohl haben die meisten Bundesstaaten die probeweise Einführung gestattet. Bayern hat sogar in seinem Lehrplan von 1907 das physikalische und chemische Praktikum für die Oberrealschulen vorgeschrieben und den praktischen Unterricht mit allen Einzelheiten genau geregelt. Aber trotzdem hat, nach einer Statistik von 1909, kaum ein Zehntel aller deutschen Realanstalten den Arbeitsunterricht bisher eingeführt. In Preußen waren es nach der genannten Zusammenstellung nur 40 Anstalten. Die Einführung der Arbeitsschule ist ja zweifellos ein gewagter Schritt, der sich nicht ohne weiteres durch Verfügung vom grünen Tisch aus erledigen, noch weniger aber ohne

eine gründliche Sachkenntnis erteilen läßt. Auch hierbei muß der Lehrer vor allen Dingen selber erst lernen. Manche Frage ist juristisch noch durchaus nicht geklärt, solange der verbindliche Arbeitsunterricht immer noch auf der persönlichen Verantwortung des Lehrers beruht. Die Fragen wegen der Zeit, dem Kostenpunkt, der zu großen Schülerzahl sind sicher einer gründlichen Erwägung wert, wobei in letzter Reihe nur die praktische Erfahrung einer mehrjährigen Probe entscheiden kann. Soweit aber diese Erfahrungen vorliegen — ich selbst erteile praktischen Unterricht schon seit 20 Jahren, darunter seit 4 Jahren nur den verbindlichen der Arbeitsschule — sind alle bekannt gewordenen Äußerungen der Lehrer recht günstig. Die Zeit läßt sich ohne weiteres aus der Stundenzahl des bisherigen Unterrichts herausfinden, sobald eine Anzahl gedächtnismäßiger Details des bisherigen Lehrstoffes in Wegfall kommen. Was dabei an Umfang eingebüßt wird, findet seinen reichlichen Ersatz in einer tieferen, gründlicheren Behandlung des Stoffes. Der Kostenpunkt ist nicht höher als der des normalen Demonstrationsunterrichts, weil die teuren Apparate in Fortfall kommen und durch einfachere Schülerapparate ersetzt werden. Durch Teilung der allzu großen Klassen in zwei Abteilungen, unter gleichzeitiger Beiziehung eines anderen naturwissenschaftlichen oder eines technischen Faches, läßt sich in einem mittelgroßen Laboratorium auch Raum für die größte Klasse schaffen. Schwierigkeiten bereitet bei einer solchen Teilung unter Umständen der Stundenplan, doch auch hier ist bei gutem Willen eine brauchbare Regelung möglich. Immer läßt sich vermeiden, daß eine Klasse durch den Arbeitsunterricht eine Verminderung ihrer freien Nachmittage erleidet; im Gegenteil wird meistens durch Fortfall der fakultativen Fächer ein schulfreier Mittag für die Schüler gewonnen. Lassen sich so die äußeren Schwierigkeiten erfolgreich bekämpfen, so darf man wohl hoffen, daß auch die inneren nicht unüberwindlich sein werden. Kleinliche Bureaukratie, der geborene Feind jeder freien Weiterentwicklung, ebenso vorgefaßte Meinungen und persönliche Bequemlichkeit mögen ja zweifellos noch manche Verzögerung für den allgemeinen Einzug der Arbeitsschule bedeuten, aber an ein Unterdrücken dieser Bewegung ist heute nicht mehr zu denken.

Zuschriften an die Herausgeber.

Einwände gegen die Relativitätstheorie.

Auf Seite 92 der *Naturwissenschaften* äußert sich Herr *Born* über die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände, und ich möchte mir gestatten, hierzu einige Bemerkungen zu machen.

Daß diese Einwände die glatte Zustimmung aller Leser finden würden, war von vornherein ausgeschlossen, da die Theorie der Relativität viele und darunter hervorragende Anhänger gefunden hat, von denen Herr *Born* einige nennt.

Was den ersten Einwand anlangt, so scheint mir Herr *Born* zuzugestehen, daß es bisher nicht möglich ist, rotatorische Bewegungserscheinungen relativtheoretisch zu behandeln. Wenn Herr *Born* dies aber von der Zukunft erwartet, so tut er, was er selbst gegen Herrn *Abraham* einwendet: er eilt den Kenntnissen seiner Zeit voraus.

Herr *Born* sieht nicht ein, warum das Relativitätsprinzip von *anderen* Gesichtspunkten aus als irgendwelche beliebigen physikalischen Behauptungen zu beurteilen ist. Dies kommt daher, weil das Relativitätsprinzip gewisse Grundlagen philosophischer Natur berührt, was bei den meisten physikalischen Behauptungen nicht der Fall ist. Ferner wundert sich Herr *Born*, daß es einen Unterschied mache, ob man den Michelsonschen Versuch als *Voraussetzung* oder als *Folgerung* der Theorie ansieht. Wenn das Verhältnis dieses Versuches zum Relativitätsprinzip so einfach wäre wie das Verhältnis der von Herrn *Born* gegenübergestellten Sätze $a = b$ und $a^2 = b^2$ zueinander, so wären wir allerdings mancher Schwierigkeiten in der Elektrodynamik bewegter Körper behoben. Aber Herr *Born* wird wissen, daß man den Michelsonschen Versuch auch auf andere Weise erklären kann als gerade durch die Einsteinsche Interpretation der Lorentzschen Gleichungen. Der Michelsonsche Versuch steht nicht in umkehrbarem Verhältnis zum Relativitätsprinzip.

Was den zweiten Einwand gegen die Relativitätstheorie anlangt, so ist die von Herrn *Born* vorgebrachte Entgegnung mehrdeutig. Ich will die Ausführungen von Herrn *Born* so deuten, daß er meint, die Synchronisierung der Uhren im System K sei zulässig; dann kann ich seinen Worten nur die weitere Deutung geben, daß er die vom Standpunkt des berechtigten Systems K' aus vorgenommene Synchronisierung der Uhren in K' *nicht* für zulässig erachtet. Hierin läge aber ein Widerspruch zum Relativitätsprinzip, da nunmehr das System K' nicht mehr mit K gleichberechtigt ist. Dieser Widerspruch wird dadurch nicht aus der Welt geschafft, daß man, wie Herr *Born*, auf die *Minkowskische* Darstellung der Relativitätstheorie zurückgeht.

Ich möchte hinzufügen, daß nach meiner Meinung die Relativitätstheorie ebensowenig wie eine Äthertheorie imstande ist, die Annahme eines *ausgezeichneten* Bezugssystems zu vermeiden. Man kann das ausgezeichnete Koordinatensystem auch dadurch nicht loswerden, daß man es durch einen besonderen Grundsatz *verbietet;* zuvor müßte feststehen, daß dieses Verbot mit den sonstigen Annahmen der Theorie verträglich ist. Die Ansicht, daß die *Relativität* gleichförmiger Translationen mit einem *von der Geschwindigkeit abhängigen Zeitablauf* logisch vereinbar sei, bildet meines Erachtens den fundamentalen Fehler der Relativitätstheorie. Es kam in meinen Ausführungen auf *diesen* Widerspruch der Theorie *in sich*, nicht auf Widersprüche gegen altgewohnte Anschauungen an.

Ich glaube auch der Meinung von Herrn *Born* widersprechen zu müssen, daß diese Zeitschrift nicht der Ort sei, wo wissenschaftliche Meinungsdifferenzen — Herr *Born* sagt Fehden — zum Ausdruck gebracht — Herr *Born* sagt ausgefochten — werden können. Ich meine, daß gerade diese neue Zeitschrift, die sich an ein großes Publikum wendet, hierfür sehr geeignet ist, und ich müßte einen Kulturfortschritt darin erblicken, wenn auch solche Fragen, über die die Meinungen noch geteilt sind, mehr als bisher in breiter Öffentlichkeit besprochen und von allen Seiten beleuchtet würden. Es sollte mich freuen, wenn hiermit ein Anfang gemacht wurde.

Berlin, 28. 1. 1913.

E. Gehrcke.

Besprechungen.

Einführung in die praktische Chemie. Von Prof. Dr. *Felix B. Ahrens.* Zweite Auflage, durchgesehen, verbessert und erweitert von Prof. Dr. *F. W. Hinrichsen.* Mit 2 farbigen, 4 schwarzen Tafeln und zahlreichen Textabbildungen. Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart, broch. M. 3,50, geb. M. 4,50.

Das Buch gibt eine Einführung in die praktische Chemie für die weitesten Kreise; es wendet sich nach den Worten des ersten Verfassers an alle, die nicht gedankenlos in den Tag hinein leben, sondern wissen wollen, unter welchen Bedingungen unsere Existenz auf der Erde ermöglicht wird, wie sich die Wandlungen im Weltall vollziehen, was die Natur für Gaben für uns bereitet und wie der Mensch sie verwertet, um sein Leben besser, angenehmer und schöner zu gestalten.

Aus diesem Grunde ist die Darstellung so gehalten, daß sie jedem auch nur einigermaßen gebildeten Laien bei einigem Nachdenken verständlich werden soll. Inwieweit dies gelungen ist, kann ein chemisch gebildeter Referent nur schwer beurteilen, doch spricht der Erfolg der ersten Auflage durchaus dafür. Der zweite Herausgeber hat sich nach dem Tode von *Ahrens* der mühevollen Aufgabe unterzogen den Text den neueren Forschungen entsprechend zu ergänzen, ohne die Anordnung und Form der Darstellung wesentlich zu verändern. Er hat es mit außerordentlichem Geschick verstanden, denselben populären Ton zu treffen und die Einheitlichkeit des Werkes zu wahren. Gänzlich umgearbeitet wurde nur das Kapitel über die Nahrungsmittel Eiweiß, Kohlehydrate und Fette, da sich unser Urteil über den Wert der Eiweißnahrung neuerdings stark verschoben hat. Der Herausgeber kämpft mit Wärme gegen die Überschätzung der Eiweißnahrung und hebt überzeugend alle die Vorteile hervor, die in hygienischer und wirtschaftlicher Hinsicht durch eine Einschränkung der Fleischkost gewonnen werden können. Gerade dieses neue Kapitel wird sicherlich dazu beitragen, den Leserkreis des wertvollen Buches zu vergrößern und damit der Chemie neue Anhänger und Freunde zu gewinnen.

O. Sackur.

Conférences sur quelques Thèmes choisis de la Chimie Physique pure et appliquée. Faites à l'Université de Paris du 6 au 13 Mars 1911 par *Svante Arrhenius.* Paris, Librairie Scientifique A. Hermann et Fils 1912. 112 S. Prix 3 Frcs.

Die vorliegende Schrift gibt den Wortlaut von 5 Vorträgen wieder, die *Arrhenius* in Paris gehalten hat, nämlich 1. Die Molekulartheorie, 2. Die Suspensionen und die Erscheinungen der Adsorption, 3. Die freie Energie, 4. Die Atmosphäre der Planeten und 5. Die physikalischen Bedingungen des Planeten Mars.

Wenn ein Autor wie *Arrhenius* an hervorragender Stelle über die wichtigsten Gebiete seiner Wissenschaft spricht, so kann man erwarten, daß nicht nur ein weiterer Hörerkreis über den neuesten Stand der Forschung in allgemein verständlicher Weise orientiert wird, sondern daß auch der engere Fachmann durch die persönliche Stellungnahme des Vortragenden Anregungen erhält und Förderung erfährt. Wer mit solchen Hoffnungen die vorliegende Veröffentlichung in die Hand nimmt, wird sie sicherlich mit großer Befriedigung lesen, selbst wenn er mit dem Verfasser nicht durchweg einer Meinung ist. Der erste Vortrag behandelt in sehr schöner und klarer Darstellung die glänzenden Triumphe, die die Molekulartheorie im letzten Jahrzehnt gefeiert hat, vornehmlich die neuesten Bestimmungen der molekularen Dimensionen und der Elementarladung des Elektrons. Der zweite Vortrag befaßt sich mit der Adsorptionsfähigkeit der kolloidalen und amorphen Stoffe, und zwar vornehmlich von dem physikalischen Gesichtspunkte aus, daß die Adsorption durch die gewöhnlichen Attraktionskräfte der Atome und Molekeln hervorgerufen wird. Diese Theorie wird durch umfangreiche Tabellen, die wohl z. T. neu berechnet wurden, gestützt. Der dritte Vortrag, über die freie Energie bringt nach einer allgemeinen thermodynamischen Einleitung eine Reihe von Berechnungen, die jedoch gerade in neuester Zeit schon wieder überholt zu sein scheinen, da der Verfasser das Nernstsche Wärmetheorem nicht genügend berücksichtigt hat und die jüngsten Erfolge, die die Thermodynamik im Verein mit der Quantentheorie gezeigt hat, nicht voraussehen konnte. Um so größeres Interesse beanspruchen jedoch die beiden letzten Vorträge über kosmische Probleme. Hier steht dem Referenten zwar kein Urteil über den Inhalt zu, die Form der Darstellung ist jedoch so überzeugend und anregend, daß jeder naturwissenschaftlich gebildete Laie sie mit großem Genusse lesen wird. In ausführlicher Weise wird dargetan, daß unsere Erde im Laufe der Jahrtausende oder -millionen voraussichtlich in einen Zustand kommen wird, in dem sich jetzt der Mars befindet und auf welchem kein organisches Leben mehr möglich ist. Insbesondere wird die bekannte Theorie der berühmten Mars-Kanäle, die als Produkte einer planmäßigen Tätigkeit intellektueller Wesen aufgefaßt wurden, widerlegt. Zahlreiche Abbildungen erleichtern auch dem Laien das Verständnis.

Die Arrheniussche Schrift wird daher hoffentlich auch in Deutschland einen größeren Leserkreis finden.

O. Sackur.

Hilzheimer, Dr. *M. Handbuch der Biologie der Wirbeltiere.* I. Hälfte. — Fische (von Dr. *O. Haempel*) — Amphibien — Reptilien (von Dr. *M. Hilzheimer*). 374 pg. 245 Textfiguren. Stuttgart, Ferd. Enke, 1912.

Der Titel dieses Buches ist irreführend, in zwei Richtungen. Einmal pflegt man unter „Handbuch" eine ausführliche und vollständige Darstellung zu verstehen; demgegenüber wäre dieses Buch eher als ein Compendium zu bezeichnen, denn es gibt meist nur einen kurzen Überblick, bei dem die einschlägigen Befunde bestenfalls vollständig aufgezählt, aber nicht dargestellt sind. Demgemäß ist es nicht als selbständiges Nachschlagewerk, sondern nur zur Gewinnung von Gesichtspunkten zu verwenden und kann mit rechtem Nutzen wohl nur vom Fachmann gelesen werden. Zweitens ist das, was darin behandelt wird, nicht Biologie, sondern vorwiegend vergleichende Morphologie, von funktionellen Gesichtspunkten behandelt. Dieser Punkt tritt besonders in den von *Hilzheimer* selbst behandelten Gruppen zutage. Aber auch bei dieser Absicht scheint mir das Problem nicht glücklich gelöst. Es beginnt jetzt jedes Kapitel mit einer anatomisch-physiologischen Übersicht, die den Stoff etwa mit der Ausführlichkeit eines Lehrbuches der Zoologie und Paläontologie bringt. In diesem Teil sind, oft ziemlich gezwungen, Anpassungen an die Lebensgewohnheiten als erklärende Momente hereingezogen, dabei aber auch alle möglichen Organisationspunkte behandelt, für welche diese Betrachtungsart nichts auszusagen gestattet. Dann kommen in einem zweiten Abschnitt die Anpassungserscheinungen an das umgebende Medium, wobei vielfach die gleichen Verhältnisse zum zweiten Male erörtert werden. Bei der offenbar durch den Plan des ganzen Werkes gebotenen Beschränkung sind beide Hälften nicht völlig befriedigend; es wäre nach meiner Ansicht vorteilhafter gewesen, die Grundlagen der Anatomie als bekannt vorauszusetzen und nur die mit der Lebensweise in Beziehung stehenden Veränderungen im

Zusammenhang und genauer zu besprechen. Es fehlen, besonders in den von *Hilzheimer* bearbeiteten Teilen, viele der sonst zur Biologie gerechneten Abschnitte; sie umfassen nur die Anpassungen an das umgebende Medium sowie einen Abschnitt über „Lebensäußerungen in Beziehung zu anderen Lebewesen". Dieses begreift einerseits Fortpflanzung und Zusammenleben, anderseits Nahrung, Waffen und Schutzeinrichtungen sowie Nutzen und Schaden. Auch hier tritt aber das eigentliche biologische Moment, die Beobachtung am einzelnen Tier, zu gunsten der vergleichenden Morphologie ganz zurück. Der Nutzen und Schaden der Reptilien wird beispielsweise auf einer Seite abgehandelt. *Hilzheimer* betont selbst in der Vorrede seine „von den meisten abweichende Auffassung der Biologie". Ich glaube jedoch, daß für seinen Standpunkt Biologie ein viel zu umfassender Ausdruck ist.

Abgesehen von diesen prinzipiellen Einwendungen sind die von *Hilzheimer* selbst gegebenen Abschnitte sehr anzuerkennen, da sie mit voller Beherrschung des großen Stoffes und sehr selbständiger Verarbeitung geschrieben sind. Einige kleine Irrtümer fallen demgegenüber durchaus nicht ins Gewicht; unverständlich ist mir nur eine Ausführung, Seite 260, über den Kreislauf der Reptilien geblieben. Sehr weitgehend zieht *H.* die Paläontologie heran, deren Verwertung für die Biologie der rezenten Formen in neuerer Zeit verschiedentlich mit Erfolg versucht ist. Gerade dieser Teil des Buches hat m. E. besonderen Wert. Unbequem wirkt beim Lesen, daß der Verfasser die ausführliche anatomische Darstellung bei den Reptilien gibt, trotzdem aber die Amphibien voranstellt und sich bei ihnen dauernd auf das Folgende bezieht.

Während die Ausführungen *Hilzheimers* sehr anregend und lesenswert sind, allerdings weniger für Laien, selbst jüngere Studenten, ist die Bearbeitung der Fische durch *Haempel* weit weniger befriedigend ausgefallen. Sie nähert sich in dem Umfang und der Einteilung des Stoffes viel mehr dem üblichen Begriff der Biologie; der Verfasser beherrscht aber das Gebiet in keiner Weise und kommt nicht über eine oberflächliche Kompilation heraus, bei der ihm zudem auf allen Gebieten oft unglaubliche Verstöße unterlaufen. Zur Charakteristik begnüge ich mich mit einigen Zitaten.

In der anatomisch-physiologischen Übersicht: Seite 7, Schädel: „Bei Amphioxus ganz fehlend, erscheint er bei den Neunaugen knorpelig oder sogar häutig, bleibt hier demnach noch auf dem Embryonalstadium stehen."

Seite 27. Zu den Hautsinnesorganen müssen endlich die Leuchtorgane der marinen Fische gerechnet werden.

Seite 33. Teleskopaugen: Das Charakteristikum dieser Augen, dem sie auch den Namen verdanken (sic!), besteht in der Lage derselben. Während nämlich bei allen Fischen die Augen an den Seiten des Kopfes liegen und jedes Auge sein eigenes Gesichtsfeld besitzt, sind die Teleskopaugen stets parallel gelagert und können nur auf ein und dasselbe Gesichtsfeld gerichtet werden. (Verwechslung mit Stereoskop.)

Seite 36. Sehen der Fische: Nach physikalischen Gesetzen werden bekanntlich Lichtstrahlen, die aus der Luft ins Wasser einfallen, nach dem Einfallslot gebrochen. Das Fischauge . . . . erblickt daher einen Gegenstand viel höher, als er in Wirklichkeit ist. Ein am Ufer gehender Mensch erscheint demnach dem Fische in der Luft über der Erde sich zu bewegen (sic!).

In dem Abschnitt über die Zusammensetzung des Wassers: Seite 76: Im Gegensatz zum Süßwasser enthält das Meerwasser einen Salzgehalt von im Mittel 3,5% und besteht zu 89% aus Chlorverbindungen . . . . .

Seite 88. Die „Zweihundertfadenleine" (!).

Seite 89. Auch machen sie auf Lichtverhältnisse keinen besonderen Anspruch.

Seite 92. Pelagische Fische: Als Bewohner des offenen Meeres nähern sie sich nur auf ihrer Nahrungssuche (!) der Küste.

Seite 99. Flugfische: Wiewohl (!) dieselben keineswegs mit Vorrichtungen zur Luftatmung oder Verhinderung einer Austrocknung des Kiemenapparates ausgestattet sind, vermögen sie doch auf kurze Zeit (bis 20 Sekunden) das feuchte Element mit der Luft zu vertauschen.

Seite 102. Wie bei den höheren Wirbeltieren, so treten auch bei den Fischen in Korrelation mit der Reifung der Geschlechtsdrüsen . . . die primären (!) Geschlechtscharaktere auf.

Seite 164. Als schlimmster Feind der Fische muß indes der Mensch angesehen werden. Ich nenne hier als hauptsächlichste Schädigungen durch denselben den Diebstahl (!), die Raubfischerei (!), die Wasserbauten und die Verunreinigung der Gewässer.

Diese Zitate sowie die Behandlung der lateinischen Namen (dyphicerk, Myxipterygium, Lymnaea, Anquilla, Anquillidae, anquillaris (durchgehend!), Trutta irrides (viermal) u. v. a. beweisen wohl zur Genüge, daß die Bearbeitung dieses Teiles nicht auf einer hinreichend hohen Stufe steht, was im Interesse des Gesamtwerkes sehr zu bedauern ist. *O. Steche.*

O. Bütschli: Vorlesungen über vergleichende Anatomie. 2. Lieferung Leipzig 1912, W. Engelmann. Preis M. 9.

Zu der ausgezeichneten ersten Lieferung des Werkes, welche außer der vielleicht zu wenig umfangreich ausgeführten vergleichenden Anatomie der Protozoen eine eingehende Darlegung des Integumentes (der äußeren Körperbedeckung) und des Skeletts der höheren Tiere brachte, ist vor kurzem die zweite Lieferung hinzugekommen. Mit meisterhafter Reife wird in dieser das Wesentliche von der allgemeinen Körper- und Bewegungsmuskulatur und vom Nervensystem geboten und durch originale und kritisch übernommene Zeichnungen erläutert, von denen viele gleichsam die Quintessenz einer ausgebreiteten Spezialliteratur vor Augen führen. Praktisch ist jede ein Muster für Wandtafelfiguren zu allen zootomischen Vorlesungen, die sich vom Notwendigen am Gegenstand beherrschen lassen.

Die Behandlung des gesamten Stoffes nach Organsystemen läßt eine gewisse Unmittelbarkeit der Einsicht in die wachsende Kompliziertheit und verschränkten Beziehungen der einzelnen Stufenfolgen im Tierreich zu. Da die Muskulatur der Wirbellosen auch bei reichlicher Ausbildung sehr oft nur in einfachen Schemen gehalten ist, wenn man Gliedertiere (Arthropoden) und Tintenfische außer acht läßt, so ergibt sich ein breiteres Eingehen auf die Wirbeltiere als natürliche Folge. Jeder aber wird doppelt dankbar sein, der die ähnliche Ausführung gerade dieser Partie in anderen Lehrbüchern kennt. Überhaupt findet die Darstellung der Wirbeltiere, wie sie durch das ganze Buch geht, in keinem deutschen allgemeinen Lehrbuch der Zoologie ihresgleichen. Prächtig zusammengefaßt ist auch das Anhangskapitel zur Muskulatur über die bestimmten Fischarten zukommenden elektrischen Organe, die ja in den meisten Fällen als umgewandelte Muskulatur gelten können. Wiederum wird hier mehr gegeben als beispielsweise in den Lehrbüchern von *Wiedersheim, Schimkewitsch* u. a. Auch der Abschnitt über das Nervensystem hat denselben Geist der Klarheit und strenger Sachlichkeit; überall wird mit sicherem Blick gleichsam die Einfachheit aus der Natur herausgeholt.

Wenn es auch durch die individuellen Verschiedenheiten der Verfasser begründet ist, daß die Resultate

einer Disziplin verschiedene Darstellungen erfahren und daher beim Studium möglichst viele Werke heranzuziehen sind, so wird man doch in diesem Falle jeden, der sich über morphologische Fragen eingehender aufklären will, an erster Stelle auf das Werk *Bütschlis* verweisen müssen. Es wäre sehr zu wünschen, daß wir unsere Dankbarkeit bald auch für die letzte Lieferung des Buches aussprechen könnten, die die restlichen Organsysteme umfassen soll. *Lehnhofer, Innsbruck.*

Ruhland, W. Über die Aufnahme von Kolloiden durch die pflanzliche Plasmahaut. (Jahrbücher f. wiss. Botanik. Bd. LI. 1912. 376—431.)

Die zurzeit noch dominierende Vorstellung über den Vorgang der Diffusion bei lebendem Protoplasma ist die von *Overton*. *Overton* nahm bekanntlich an, daß die äußerste Schicht des Protoplasmas, die Plasmahaut, Plasmamembran der Autoren, mit Lipoidstoffen, einem Gemisch von Cholesterin und Lezithin, imprägniert sei, und daß alle die Stoffe in das Zellinnere zu gelangen vermöchten, die in diesen Lipoiden löslich wären. Einen Beweis hierfür sah man unter anderen darin, daß basische, lipoidlösliche Anilinfarben ein Vitalfärbungsvermögen aufwiesen. *Küster* zeigte dann aber, daß „eine ansehnliche Zahl von Sulfosäurefarbstoffen, welche lipoidunlöslich und nach *Overtons* Theorie keine Permeierbarkeit erwarten lassen sollten, leicht und reichlich in die Pflanzenzellen hineingeht". Nachdem dann *Küster* für eine Gesetzmäßigkeit zwischen Permeierbarkeit und Kolloiditätsgrad eingetreten war, verfolgte *Ruhland* neuerdings das Problem weiter und kam zu überraschenden Resultaten, die — außer dem pflanzenphysiologischen Interesse was sie beanspruchen — auch in ihrer allgemeinen Bedeutung für die Frage nach der chemisch-physikalischen Natur des Protoplasmas eine eingehendere Besprechung verlangen.

Ruhland prüfte 30 basische und 89 saure Farbstoffe auf ihre Aufnahmefähigkeit durch die Zelle. Zu den Versuchen über die Aufnahme der basischen Stoffe wurden Schnitte von Zwiebelschalen und Spirogyraalgenfäden in die verdünnten Lösungen eingetragen. Zur Feststellung der Permeierbarkeit der sauren Farbstoffe dienten junge ganze Pflanzen von Vicia Faba, „welche mit der unteren Schnittfläche in die zu untersuchende meist 0,05%. Lösung hineingestellt wurden". Während die basischen Farbstoffe mit wenigen Ausnahmen sehr schnell permeieren, ist bei den saueren Farbstoffen die Aufnahme wie auch die Geschwindigkeit der Aufnahme eine sehr verschiedene. „Fehlen die durch die Transpiration bedingten Saugkräfte, so gebrauchen selbst die am schnellsten permeierenden sulfosauren Farbstoffe meist mehrere Tage, um vital sichtbar zu werden, wenn es überhaupt dazu kommt, bevor die Giftwirkung dem Versuch ein Ende macht."

Welches ist nun die Ursache der vitalen Aufnehmbarkeit und der verschiedenen Aufnahmegeschwindigkeit? Elektrolytfällbarkeit, Dialyse gegen Wasser, Kapillardiffusion in Fließpapier, alles Untersuchungen zur Feststellung des Dispersitätsgrades der von *Ruhland* geprüften Stoffe, ließen keine Rückschlüsse zu bezüglich der Struktur der Plasmahaut. Wohl stellte sich heraus, daß Fällbarkeit durch Elektrolyte, wie auch die Diffusibilität Eigenschaften sind, welche für die Aufnahme der Farbstoffe hervorragende Bedeutung haben, immerhin brachten aber diese Versuche noch kein volles Verständnis. Erst Untersuchungen über die Beweglichkeit der fraglichen Lösungen in Gelen, klärten die Situation mit einem Schlage auf.

Die Versuche ergaben nämlich eine völlige Parallelität mit der Aufnehmbarkeit und Aufnahmegeschwindigkeit der Farbstoffe. Während die basischen Farbstoffe mit wenigen Ausnahmen sehr große Diffusibilität zeigen in Gelen (auch die schwer dialysierbaren und angeblich hoch kolloiden) ist die Geldiffusion der Sulfosäurefarbstoffe ganz beträchtlich geringer. Die Mehrzahl von ihnen ist schwer oder gar nicht mehr beweglich im Gel. Mit diesen Befunden steht das physiologische Verhalten ganz in Übereinstimmung: die überhaupt nicht im Gel diffusiblen Stoffe sind ausnahmslos auch nicht vital aufnehmbar, bei den langsam diffundierenden Sulfosäurefarbstoffen bedarf es, wie wir sahen, Stunden und Tage bis zur Aufnahme in die lebende Zelle. Die Beweglichkeit der Kolloide in Gelen hängt aber, wie besonders seit *Bechholds* Arbeiten bekannt, von der Teilchengröße der dispersen Phase ab. „Die lebende Zelle verhält sich darnach vermöge ihrer semipermeablen Plasmahaut gegenüber Kolloiden wie ein mit hohen Drucken arbeitendes Ultrafilter."

E. W. Schmidt.

Katalog der historischen Abteilung der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung (Ila) zu Frankfurt a. Main 1909 von Dr. *L. Liebmann* und Dr. *G. Wahl*, Bibliothekar der Senkenbergischen Bibliothek zu Frankfurt a. M. Druck und Verlag: Wüsten & Co., Frankfurt a. M. 1912. Preis geb. M. 33,—.

Die große Bedeutung, die die erste Internationale Luftschiffahrtsausstellung zu Frankfurt a. M., die Ila, für die Entwicklung der deutschen Luftschiffahrt gewonnen hat, geht besonders aus den drei Buchwerken hervor, die von ihren wissenschaftlichen Kommissionen herausgegeben sind. Während der Ausstellung erschien wöchentlich die recht bemerkenswerte Originalarbeiten enthaltende Ilawochenschrift und kurz nach Schluß der Ausstellung in zwei Bänden die von Prof. *Wachsmuth* und Prof *Lepsius* herausgegebene „Denkschrift der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung", die in Monographien die auf der Ila ausgeführten wissenschaftlichen Arbeiten zusammenfassend darstellte. In dem vorliegenden Buch reiht sich daran der Katalog der historischen Abteilung, die auf der Ausstellung in besonderen Räumen untergebracht war und ihrem Wert nach wohl zu den besten Abteilungen der Ausstellung gehörte. Der 513 Seiten umfassende Band enthält die genaue Zusammenstellung der in dieser Sonderausstellung gezeigten Bilder und Bücher. Da eine große Anzahl wichtiger Bibliotheken und Institute die Ausstellung beschickt haben, liegt das große Material von 1554 Gegenständen vor. Von den Beschickern seien genannt: die Kgl. Bibliothek in Berlin, die Bücherei des Reichs-Patentamtes, der große Generalstab Berlin, die Hochschulbibliotheken in Bonn, Gießen, Göttingen, Heidelberg, Karlsruhe, Leipzig, Marburg, München und Tübingen, die Stadtbibliotheken von Bremen, Breslau, Dresden, Frankfurt-Main, Hamburg, Köln, Mainz, Nürnberg, Straßburg. Stuttgart und Ulm. Von den wichtigsten Bildern sind sehr gute Abbildungen nachgedruckt. So dürfte von den 80 Abbildungen besonders interessieren: das mit damals kühner Phantasie entworfene Bild: „Folgen der Erfindung der Luftkugeln", der mißglückte Flugversuch des Schneiders von Ulm, die Denkmünzen auf die Ballonfahrten während der Belagerung von Paris 1870/71, ein Faksimile der Abrechnung von *André Jasques Garnerin* für einen Fallschirmabsturz, ein Brief *Otto Lilienthals* und eine Anzahl von Ballonbriefen aus dem belagerten Paris.

Das Buch wird als Nachschlagewerk für Luftschifferkreise wertvolle Dienste leisten.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Dr. Max Groll, Tiefenkarten der Ozeane, mit Erläuterungen. (Veröffentlichungen des Institutes für Meereskunde zu Berlin, Neue Folge, Geograph.-naturwissenschaftliche Reihe. Heft 2.) Berlin, E. S. Mittler & Sohn, Juli 1912. 91 Seiten und 3 Karten. Preis Mark 5,25.

Das Zeitalter der Entdeckungen ist noch lange nicht abgeschlossen; wir brauchen nur, abgesehen vom innersten Afrika und Asien, an den neuen, sechsten Kontinent zu denken, der von Jahr zu Jahr deutlicher rund um den Südpol sich heraushebt, noch dazu mit einer ziemlich sicher berechneten mittleren Meereshöhe von 2—3000 m, die ihresgleichen auf der Erde nicht hat. Aber selbst wenn wir sagen könnten, daß die *über* Wasser befindlichen Teile der Erdkruste in ihren allgemeinen Zügen uns alle bekannt seien, so bliebe noch der weitaus größere Teil der Erdoberfläche, der *unter* Wasser befindliche, klarzulegen; und Jahrhunderte werden noch vergehen, bis das Bodenrelief, das die weiten Wasserwüsten decken, der Menschheit in allen wesentlichen Maßen bekannt sein wird. Seit rund 60 Jahren vermögen wir ja überhaupt erst die Tiefseelotungen mit hinreichender technischer Zuverlässigkeit auszuführen.

Das nun, was in diesem Zeitraum, seit etwa 1850, auf dem Sondergebiete der Meereskunde, teils infolge praktischer Bedürfnisse der Küstenvermessung oder Kabelverlegung, teils durch rein wissenschaftliche Tiefsee-Expeditionen an Material zusammengebracht ist, hat in dem oben bezeichneten Kartenwerk *Grolls* einen ungemein einheitlichen, zuverlässigen, kartographisch klaren und die Kenntnisse bis Januar 1912 einschließenden Ausdruck gefunden.

Sind die Karten auch eine echt geographische Leistung und von rein geographischen Gesichtspunkten aus angelegt, so haben wir doch in ihnen ein Endergebnis von allgemeiner naturwissenschaftlicher Bedeutung zu sehen. Denn auch der Geologe, der Geodät, der Geophysiker, der Seismologe, der Biologe u. a. m. muß bei den verschiedensten Fragen an die Fundamentalfrage nach der Gestaltung der *gesamten* Erdoberfläche herantreten. Nirgends findet er nun derart neue, in flächentreuen Netzentwürfen gegebene, durch zahlreiche Farbtönungen sofort verständliche Abbildungen der unterschiedlichen Tiefen der Weltmeere wie in *Grolls* Arbeit. Der Maßstab aller 3 Karten ist 1 : 40 000 000, so daß kein Kartenblatt eine handliche Größe überschreitet; die Karte des Stillen Ozeans mißt rund 50 × 50 cm. Es sind stumme Karten; die Landflächen, soweit sie erscheinen, enthalten auch keine Isohypsen, doch die wichtigsten Stromläufe. Die ganze Darstellung konzentriert sich auf die Ozeane; hier finden wir zunächst die 200-m-Tiefenlinie, deren Verlauf den Sockel der Kontinente umsäumt. Darauf folgt die 1000-m-Tiefenlinie (Isobathe) und von da ab, gemäß der gewaltigen mittleren Weltmeertiefe (die jetzt auf 3680 m ± 100 m berechnet ist), die Isobathen in Vertikalabständen von 1000 zu 1000 m. Aber auch viele Hunderte von Einzelzahlen sind unter genauer Fixierung der Örtlichkeit, für die sie gelten sollen, eingetragen, so daß fast überall der Benutzer selbst ein Urteil gewinnen kann, wie weit die Tiefenlinien sichergestellt, wie weit sie nach Analogieschlüssen gezogen sind, wo sie auf rein hypothetischer Annahme basieren.

Gewiß mag man auf der einen Seite zugeben, daß wir noch erschreckend wenig von den Tiefenformen der wasserbedeckten Erdoberfläche wissen — wir wiesen ja schon oben darauf hin —, aber auf der anderen Seite enthüllen uns gerade diese verhältnismäßig kleinen Übersichtsblätter ganz anders als die Lotzahlen auf den großen einzelnen Seekarten bereits heute eine stattliche Reihe von prinzipiell wichtigen Tatsachen der Morphographie der Meeresräume, für die man nur beim Blick sozusagen aus der Vogelperspektive den richtigen Gesichtswinkel findet. Und wenn *Eduard Suß* in seinem unsterblichen Werke uns die Züge im Antlitz hauptsächlich der festländischen Erdoberfläche sehen und in vieler Hinsicht verstehen gelehrt hat, so werden diese Tiefenkarten solche Züge auch am Meeresgrund immer zahlreicher und schärfer ablesen lassen; hierin erblicke ich die allgemeine Bedeutung dieser Karten. Man betrachte nur die große, den Atlantischen Ozean von Norden nach Süden durchziehende, zentrale, unterseeische Schwelle, die sich einer Erklärung noch vollkommen entzieht; man sehe die für fast die ganze Umrandung des Stillen Ozeans typischen Tiefseegräben, deren geographische Verbreitung durch grelle rote Farbentöne in glücklicher Weise herausgehoben ist. Unter ihnen findet sich auch der die Ostküste der Philippinen begleitende Graben, in dem jüngst S. M. S. „Planet" die bis heute größte aller Meerestiefen mit 9788 m nordöstlich von Mindanao in dem vergleichsweise sehr geringen Küstenabstand von rund 100 km gelotet hat. Schuppenförmig, in zweifellos gesetzmäßiger Anordnung finden sich solche Gräben auch östlich von den Palauinseln, östlich von Yap, südöstlich von den Marianen, südöstlich von den Liu-Kiu-Inseln, östlich von den japanischen Inseln, südlich von den Aleuten, westlich von der peruanisch-chilenischen Küste, östlich wieder von den Tongainseln, also rund um den Ozean. Und wie lehrreich ist das bis auf je eine Ausnahme offenbare Fehlen solcher grabenförmiger Risse im Bereiche der atlantischen und indischen Gewässer! Am Nordpol hat *Peary* 1909 mit 2743 m den Boden noch nicht erreicht; nach den Nansenschen Lotungen zu schließen, dürfen wir am Pol eine Meerestiefe von etwas über 3000 m annehmen, einen Betrag, der in eigenartiger Weise der von *Amundsen* für den Südpol beobachteten Seehöhe von 3070 m die Wage hält.

Weitaus mehr, als der einfache und sorgfältige Rechenschaftsbericht Dr. *Grolls* bringt, läßt sich diesen Karten je nach dem Standpunkt, von dem man an die Karten herantritt, entnehmen. Wir zweifeln nicht, daß sie in dieser Hinsicht ihre Rolle spielen und als zurzeit unbedingt beste Grundlage anerkannt werden. Das Institut für Meereskunde aber darf in personeller und sachlicher Hinsicht zu diesem Ergebnis beglückwünscht werden.

G. Schott, Hamburg.

Kleine Mitteilungen.

Ein neuer Meteoreisenfall in Japan. *(Zeitschrift für anorganische Chemie 77 (1912), 197.)* „Am 7. April 1904 um 6½ Uhr morgens fiel ein Meteor in das Dorf *Okano*, in der Nähe der Stadt *Sasayama*, Provinz Tamba, Japan. Ein Bauer bemerkte, daß eine weißglühende Masse vom nördlichen Himmel mit wunderbarem Geräusch kam und in einen nicht weit entfernten Wald fiel. Er suchte sofort nach der Fallstelle und fand so einen Eisenblock, der mit der langen Spitze nach oben, ca. 80 cm tief in den Lehmboden eingedrungen war. Das Loch war teilweise ringsum mit schwarzen Metalloxyden umgeben." Ein anderer Augenzeuge dieses Meteorfalles — ein Lehrer —, der sich etwa 30 km nördlich vom Fundorte befand, berichtete folgendermaßen darüber: „Auf dem nordwestlichen Horizont, fast 70° hoch erschien plötzlich eine weißglühende Masse. Sie hatte hinten einen Schwanz, von dem eine

Schmelze in Tropfen niederfiel. Die Erscheinung war nach 1 bis 2 Stunden am südöstlichen Himmel verschwunden, während ihr Weg noch ca. 8 Minuten lang deutlich durch einen weißen Rauch erkennbar blieb. Einige Minuten nach dem Verschwinden hörte man einen starken donnerähnlichen Schall, der ca. 1 Minute anhielt.“ Da in vielen Fällen der wahre Ursprung meteorähnlicher Eisenmassen nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann, ist es natürlich von besonderem Wert, daß über die meteorische Herkunft dieses Okanoeisens ein Zweifel nicht bestehen kann. Das Meteor ist in den Besitz des metallurgischen Institutes der Kaiserlichen Universität von Kyoto übergegangen, wo eine eingehende Untersuchung stattfand. Das ursprüngliche Gewicht des Okanoeisens betrug 4742 g; seine Gestalt war eine unregelmäßige Birnenform; es ist stark magnetisch und hat ein spezifisches Gewicht von 7,98. Die chemische Analyse ergab die folgende Zusammensetzung:

Eisen	94,85 %,
Nickel	4,44 %,
Kobalt	0,48 %,
Kupfer	Spur,
Phosphor	0,23 %.

Dies entspricht einer mineralogischen Zusammensetzung aus 98,52 % Nickeleisen und 1,48 % Phosphor-Nickeleisen ($[FeNiCo]_3P$, Schreibersit, Rhabdit). Demnach ist das Eisenmeteor ungewöhnlich arm an Nickel, und infolge dessen traten auch beim Ätzen die Widmannstättenschen Figuren nicht auf; dagegen zeigten sich nach der Behandlung mit Salpetersäure die sog. Neumannschen Linien, welche nach einer neueren Untersuchung von *Fraenkel* und *Tammann* (Zeitschr. f. anorg. Chem. *60* [1908] 416) als die Spuren von Translationsebenen (Gleitflächen) zu betrachten sind, die durch übermäßige Druckbeanspruchung des Materials entstehen. Die Grundmasse des Okanoeisens ist hexaedrisches Nickeleisen; in ihr liegt eingebettet das Phosphornickeleisen (Schreibersit, Rhabdit), das meist nadelförmige Kristalle bildet, die besonders schön nach elektrolytischem Ätzen hervortreten. Beim Erhitzen dieses meteorischen Eisens auf etwa 1300° tritt eine — äußerlich nicht erkennbare — Strukturänderung ein; die ursprüngliche Grundmasse nimmt ein körniges Gefüge an, die Neumannschen Linien zeigen sich nicht mehr und auch die Rhabditkristalle sind verschwunden, wahrscheinlich infolge Diffusion in die Grundmasse während der Erhitzung. Diese Beobachtungen bestätigen in erwünschter Weise einige neuere Erfahrungen über das meteorische Nickeleisen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß dies Naturprodukt eine völlig andere — und viel kompliziertere — Struktur aufweist als ein Kunstprodukt gleicher Zusammensetzung, und *Fraenkel* und *Tammann* konnten den Nachweis erbringen, daß das Meteornickeleisen diesem gegenüber eine *labile* Form darstellt, die beim Erhitzen in die stabile Form — mit körniger Struktur — übergeht. Es ist aber bisher nicht gelungen, die instabile Struktur mit unseren Hilfsmitteln nachzuahmen; sollte dies aber glücken, so dürfte man hoffen, gerade aus diesen Versuchen neuen Aufschluß über die Bildungsverhältnisse der Eisenmeteore zu erhalten.

Kpl.

Über Beobachtungen, die möglicherweise auf bisher unbekannte Eigenschaften der reibenden Flüssigkeiten hindeuten, berichtet *H. Sanders* in seinen *Untersuchungen über die* ***Bewegungen einer zähen Flüssigkeit unter einer rotierenden Platte.*** Die Untersuchungen wurden in der Weise angestellt, daß auf der Oberfläche der Versuchsflüssigkeit (flüssiges Paraffin oder Wasser) eine Kreisscheibe durch einen Elektromotor in gleichförmige Umdrehung versetzt und durch Sonden in verschiedenen Abständen vom Boden des Flüssigkeitsgefäßes der hierdurch hervorgerufene gleichförmige Bewegungszustand in der Flüssigkeit ermittelt wurde. Das nebenstehende Diagramm (Fig. 1) gibt für 4 verschiedene Drehungsgeschwindigkeiten der Kreisscheibe in den Kurven *a*, *b*, *c* und *d* die Beziehung der Winkelgeschwindigkeit *W* der Flüssigkeit zu dem Abstand *A* vom Boden des Gefäßes. Bei der Kurve *d*, welche geringen Drehgeschwindigkeiten der Kreisscheibe entspricht, sind die Ordinaten der Deutlichkeit wegen in 10-facher Vergrößerung gegeben. Diese Kurve besteht aus zwei ineinander übergehenden Stücken, einer Geraden, die im Nullpunkte beginnt, und einer krummen Linie, welche konvex gegen die

Fig. 1.

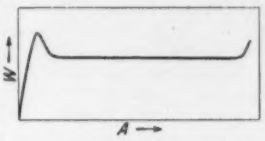

Fig. 2.

Abszissenachse ist und sich allmählich der Drehgeschwindigkeit der Platte nähert. Bei Vergrößerung dieser Drehgeschwindigkeit geht dann diese Kurve in eine andere Form über, wie dies die Kurven *a*, *b* und *c* andeuten. Bei größen Drehungsgeschwindigkeiten zeigt die Kurve in der Nähe des Bodens einen rasch ansteigenden, gegen die Abszissenachse konkaven Ast, und geht durch einen Wendepunkt in ein fast geradliniges Stück über, um dann in einem zweiten gegen die *A*-Achse konvexen Ast sich der Plattengeschwindigkeit zu nähern. Bei den Versuchen mit Paraffinöl trat der Wendepunkt stets in gleichem Abstande von der Platte auf, wie groß auch immer die Flüssigkeitshöhe war. Bei den Versuchen mit Wasser schiebt sich bei großer Flüssigkeitshöhe ein geradliniges Stück zwischen das Maximum in der Nähe des Bodens und das Minimum nahe der Platte, so daß die Kurve das Aussehen von Fig. 2 erhält. Längs dieser Geraden ist *W* konstant, so daß in diesem Bereiche eine Wirbelbewegung ähnlich wie in einer idealen Flüssigkeit auftritt. Durch turbulente Bewegungen ist diese merkwürdige Erscheinung nicht hervorgerufen. Zureichende Erklärungen sind zurzeit nicht dafür zu geben. *(Verh. d. deutsch. Phys. Ges. 4, 799, 1912.)* *Mk.*

Über die Anwendung von Luftresonatoren bei Telephontönen. *(Max Wien, Jena, Phys. Ztschr. 13, 1034, 1912[1]).* Zur Verstärkung einer Grund- oder Oberschwingung bei Telephontönen kann man

[1]) Referat aus Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.

zwischen Platte und Ohr mit gutem Erfolg einen Luftresonator einschalten. Die Helmholtzschen offenen Kugelresonatoren eignen sich für tiefe und auch sehr schwache Töne bis etwa 500 Schwingungen recht gut hierzu. Für höhere Töne verwendet man besser geschlossene Kugelresonatoren. Die von *Rayleigh* und *Thiesen* für diese Resonatoren aufgestellte Theorie wird durch das Experiment geprüft und bestätigt. Es gelingt also durch Luftresonanz reine Töne von beliebiger und bekannter Höhe zu erzeugen. Besondere Bedeutung gewinnt das Telephon mit Luftresonator in seiner Anwendung als Nullinstrument für die Wechselstrombrücke, da für hohe Töne alle anderen Instrumente, die auf eine ausgesprochene Schwingungszahl eingestimmt sind, zu unempfindlich werden. Einen Wechselstrom mit konstanter Frequenz, wie er bei der scharfen Resonanz der Luftresonatoren erforderlich ist, erhält man für diese Zwecke leicht aus den gedämpften Schwingungen von Kondensatorenentladungen. In der drahtlosen Telegraphie mit tönenden Funken könnte man daran denken, beim Empfang von Nachrichten den Telephonton durch Luftresonatoren zu verstärken, jedoch gehen bei schnellem Telegraphieren infolge der ausgeprägten Resonanz die Zeichen — Punkte und Striche — ineinander über. Um mit Erfolg hier die Luftresonanz anwenden zu können, müßte man also langsamer telegraphieren.

W. Birnbaum.

Über die Umwandlung grüner Flagellaten in farblose. Unter den Flagellaten gibt es, wie auch unter den Kieselalgen, farbige und farblose Arten. Nimmt man an, daß sich die farblosen Arten im Laufe der phylogenetischen Entwicklung aus farbigen Arten gebildet haben, so drängt sich die Frage auf, ob auch noch heute farblose Formen aus farbigen entstehen, und ob eine allenfalls heute entstandene Farblosigkeit sich auch auf die Nachkommen vererbt. Es wurde bereits durch *H. Zumstein* (Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., 1899, S. 149—196) nachgewiesen, daß *Euglena gracilis* sich auch ohne die Tätigkeit ihrer Chloroplasten in einem geeigneten Substrate ernähren kann, da sie auch bei vollständigem Lichtabschluß in bestimmten organischen Nährlösungen ausgezeichnet gedeiht und sich lebhaft vermehrt. In einer solchen Dunkelkultur verliert *E. gracilis* das Chlorophyll, der Augenfleck bleibt jedoch erhalten, ebenso die phototaktische Reizbarkeit. Ans Tageslicht gebracht ergrünt das farblos gewordene Individuum („hyaline Dunkelform") wieder und kann nun im Lichte auch wieder in rein anorganischen Nährlösungen in normaler Weise gedeihen. *Charlotte Ternetz* (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., 1912, S. 435—514) hat nun einwandfrei festgestellt, daß farblose Individuen der *E. gracilis* in eiweißhaltigen Nährlösungen auch unter normalen Beleuchtungsverhältnissen entstehen können. Diese farblosen Individuen („hyaline Lichtform") unterscheiden sich aber von der früher erwähnten „hyalinen Dunkelform" dadurch, daß sie die Fähigkeit des Ergrünens für sich und ihre Nachkommen dauernd eingebüßt haben. Dies ist darin begründet, daß die „hyaline Lichtform" keine Chromatophoren mehr besitzt. Bei fortgesetzter Reinkultur dieser Form hat sich in einem Zeitraum von 4½ Jahren kein einziger Rückschlag zur grünen Form ergeben. Die Vermehrungsgeschwindigkeit ist bei der „hyalinen Lichtform" bedeutend geringer als bei der grünen Normalform. Heliotaktische Reizbarkeit konnte bei der „hyalinen Lichtform" nicht festgestellt werden, es fehlte ihr auch der rote Augenfleck. Auch ist diese Form durch den Mangel eines Ruhestadiums, also durch das Unvermögen, Dauercysten zu bilden, ausgezeichnet. Die „hyaline Lichtform" entsteht sowohl als direkter Abkömmling eines normalen, grünen Individuums, als auch bei der Teilung aus abweichend gebauten Individuen („Zwischenform"). Letztere ergeben bei ihren Teilungen Individuen von der Beschaffenheit der grünen Normalform und konstant farblose Individuen. *Ch. Ternetz* führt die Entstehung der „hyalinen Lichtform" in diesem Falle darauf zurück, daß bei einzelnen Individuen die farblos gewordenen Chloroplasten vollständig degenerieren und dabei resorbiert werden, im zuerst genannten Falle jedoch darauf, daß bei der Teilung chloroplastenarmer Individuen einzelne Tochterindividuen bei der Durchschnürung der Zelle keine Chloroplasten mitbekommen haben. Da eine Neubildung von Chromatophoren (nach der Schimper-Meyerschen Theorie können sich überhaupt Chromatophoren *nur* durch Teilung aus anderen Chromatophoren bilden) nicht erfolgt, ist auch ein Ergrünen derartiger hyaliner Individuen ausgeschlossen. *F. Knoll.*

Ein ernstes Bedenken gegen die Verwendung des Aluminiums an Stelle des Kupfers für elektrische Leitungen ergibt sich aus den Untersuchungen *Wilsons* über die ***Änderung des elektrischen Widerstandes von Aluminiumlegierungen*** *(Engineering 94, 413).* Hiernach erhöht eine Aluminiumlegierung mit 2,6 Prozent Kupfergehalt in 10 Jahren ihren Widerstand um 25 Prozent. Duralumin, eine Kupfer-Mangan-Legierung mit 0,5 Prozent Magnesium, erfährt in fünf Jahren eine Widerstandszunahme von 15 Prozent und auch beim unlegierten Handelsaluminium, das nur Spuren von Silizium und Eisen enthält, wird der Widerstand in 10 Jahren um 16 Prozent vermehrt. Bei der über diese Untersuchung in der British Association 1912 geführten Diskussion machte *Pitavel* auf den möglicherweise gleichzeitig eintretenden Verlust an mechanischer Festigkeit aufmerksam, der die Erbauer von Flugzeugen veranlasse, von den leichten Legierungen zum Stahl überzugehen. *Wilson* wies auch darauf hin, daß Kraftleitungen aus Aluminium in Amerika in kurzer Zeit verdorben seien, wenn sie sich in der Nähe von Salzwasser befunden hätten. *Mk.*

Berichtigungen.

In der Mitteilung über die Beschleunigung von Oxydationsvorgängen durch Überosmiumsäure (Heft 1, S. 22) muß es Z. 5 v. o. heißen: mikroskopisch-*histologisches* (nicht: physiologischen).

Der Titel des Aufsatzes von Dr. *Alfred Reis*, Karlsruhe (Heft 2, S. 38) soll heißen: Über neue Versuche *betreffend das Wesen* chemischer Lichtwirkung (nicht: zur Erklärung usw.).

In dem von *J. Schaxel*, Jena, erstatteten Referat über den Vortrag von *Max Verworn*, Kausale und konditionelle Weltanschauung (Heft 2, S. 51) muß es im vorletzten Absatze heißen: die Früchte *solcher* Exkursionen (anstatt: seiner).

In der Mitteilung über die Entstehung der Pflanzengallen (Heft 5, S. 128) ist Zeile 23 hinter Gläschen einzuschieben: *mit Kulturflüssigkeit.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.